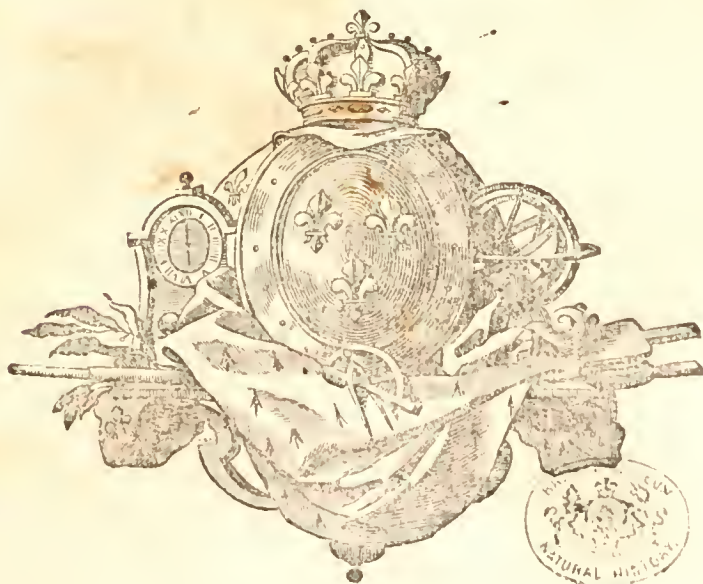


HISTOIRE
DE
L'ACADÉMIE
ROYALE
DES SCIENCES.

ANNÉE M. DCCLXII.

Avec les Mémoires de Mathématique & de Physique,
pour la même Année,
Tirés des Registres de cette Académie.



A PARIS,
DE L'IMPRIMERIE ROYALE.

M. DCCLXIV.



TABLE POUR L'HISTOIRE.

PHYSIQUE GÉNÉRALE.

<i>SUR les Mines de sel de Wieliczka en Pologne.</i>	Page 1
<i>Sur quelques phénomènes cités en faveur des Électricités en plus & en moins.</i>	10
<i>Sur des Os & des Dents d'une grandeur extraordinaire.</i>	26
<i>Sur l'Ocre.</i>	30
<i>Observations de Physique générale.</i>	35

A N A T O M I E.

<i>Sur les Yeux de quelques Poissons.</i>	42
<i>Observations Anatomiques.</i>	53

C H I M I E.

<i>Sur la quantité d'argent que retiennent les coupelles.</i>	56
<i>Sur les Salines de Franche-Comté.</i>	59

B O T A N I Q U E.

<i>Sur le caractère générique de la Plante appelée Marsilea.</i>	69
<i>Observations Botaniques.</i>	73

A L G È B R E.

<i>Sur plusieurs classes d'Équations de tous les degrés qui admettent une Solution algébrique.</i>	111
--	-----

T A B L E.

A S T R O N O M I E.

<i>Sur le Satellite vu ou présumé autour de Vénus.</i>	116
<i>Sur la manière de calculer l'Équation du temps.</i>	120
<i>Sur la Comète qui a paru en 1762.</i>	125
<i>Sur les Observations solsticiales faites à Saint-Sulpice.</i>	128
<i>Sur la manière de concilier les Observations de Saint-Sulpice avec la diminution de l'obliquité de l'Écliptique.</i>	130
<i>Sur la cause du mouvement observé dans les Nœuds du troisième & du quatrième Satellites de Jupiter.</i>	131
<i>Sur une nouvelle manière de trouver, avec une très-grande précision, le mouvement horaire de Vénus ou de Mercure dans leurs passages sur le Soleil.</i>	133

H Y D R A U L I Q U E.

<i>Sur la possibilité d'amener à Paris douze cents pouces d'eau.</i>	147
--	-----

D I O P T R I Q U E.

<i>Sur les moyens de perfectionner les Lunettes d'approche.</i>	160
---	-----

A C O U S T I Q U E.

<i>Sur les Tuyaux d'orgue.</i>	170
--------------------------------	-----

M É C A N I Q U E.

<i>Sur une nouvelle espèce de Pistons.</i>	182
<i>Machines ou Inventions approuvées par l'Académie en 1762.</i>	189
<i>Éloge de M. l'abbé de la Caille.</i>	197
<i>Éloge de M. Hales.</i>	213
<i>Éloge de M. Bradley.</i>	231





T A B L E

POUR LES MÉMOIRES.

DESCRIPTION d'un nouveau Piston , par le moyen duquel les frottemens sont considérablement diminués , & les cuir^s rendus d'autant plus durables. Par M. DEPARCIEUX.

Page 1

Observations sur la quantité d'argent que retiennent les Coupelles après avoir servi aux Essais. Par M. TILLET. 10

Mémoire sur plusieurs classes d'Équations de tous les degrés qui admettent une Solution algébrique. Par M. BEZOUT. 17

Mémoire sur l'Ocre. Par M. GUETTARD. 53

Observation de l'éclipse du quatrième satellite de Jupiter, faite à l'Observatoire Royal, le 25 Janvier 1762. Par M. MARALDI. 74

Mémoire sur les Yeux de quelques Poissons. Par M. HALLER. 76

Méthode pour trouver avec la plus grande précision le mouvement horaire de Vénus ou de Mercure dans leurs passages sur le Soleil. Par M. DE LA LANDE. 96

Mémoire sur les Salines de Franche-Comté, sur les défauts des Sels en pain qu'on y débite , & sur les moyens de les corriger. Par M. DE MONTIGNY. 102

Examen d'une question qui s'est élevée entre les Astronomes , sur la manière de calculer l'Équation du temps. Par M. DE LA LANDE. 131

Réflexions sur quelques phénomènes cités en faveur des Électricités en plus & en moins. Première Partie. Par M. l'Abbé NOLLET. 137

T A B L E.

<i>Mémoire sur le Satellite vu ou présumé autour de la planète de Vénus, & sur la cause de ses courtes apparitions & de ses longues disparitions.</i> Par M. DE MAIRAN.	161
<i>Observation de l'Eclipse de Lune du 8 Mai 1762, au matin.</i> Par M. MARALDI.	170
<i>Second Mémoire sur la Minéralogie des environs de Paris.</i> Par M. GULIARD.	172
<i>Eclipse partielle de Lune, du 8 Mai 1762.</i> Par M. LE MONNIER.	205
<i>Mémoire sur des Os & des Dents remarquables par leur grandeur.</i> Par M. DAUBENTON.	206
<i>Remarque sur la cause du mouvement observé dans les Nœuds du troisième & du quatrième satellite de Jupiter.</i> Par M. DE LA LANDE.	230
<i>Mémoire sur la nature du terrain de la Pologne, & des Mincraux qu'il renferme.</i> Première Partie. Par M. GULIARD.	234
<i>Observation qui prouve que le diamètre apparent de Vénus ne diminue pas sensiblement, lors même qu'il est vu sur le disque lumineux du Soleil.</i> Par M. DE LA LANDE.	258
<i>Observation de quelques phases de l'Eclipse de Soleil, du 17 Octobre 1762, faite à la Mormaire près Montfort-l'Amaury.</i> Par M. DE FOUCHY.	262
<i>Solstices d'été, observés avec le verre objectif de 80 pieds de foyer, fixe dans le plan du Gnomon ou de la Méridienne, tracée dans l'église de Saint-Sulpice.</i> Par M. LE MONNIER.	263
<i>Mémoire sur la manière dont on peut concilier les Observations faites à Saint-Sulpice, avec la diminution connue de l'obliquité de l'Elliptique.</i> Par M. DE LA LANDE.	267
<i>Comparaison des hauteurs solsticiales du bord supérieur du Soleil, avec celle d'Arcturus en 1738, 1743 & 1763.</i> Par M. LE MONNIER.	269
<i>Refluxion sur quelques phénomènes cités en faveur des Eléments</i>	

T A B L E.

en plus & en moins. Seconde Partie. Par M. l'Abbé NOLLET.	270
<i>Mémoire sur la nature du terrain de la Pologne, & des Minéraux qu'il renferme. Seconde Partie. Par M. GUETTARD.</i>	293
<i>Mémoire sur la possibilité d'amener à Paris, à la même hauteur à laquelle y arrivent les eaux d'Arcueil, mille à douze cents pouces d'eau, belle & de bonne qualité, par un chemin facile & par un seul canal ou aqueduc. Par M. DEPARCIEUX.</i>	337.
<i>Observations météorologiques, faites à Varsovie pendant les années 1760, 1761 & 1762. Par M. GUETTARD.</i>	402
<i>'Recherches physiques, mécaniques & analytiques, sur le son & sur les tons des tuyaux d'Orgues différemment construits. Par M. DANIEL BERNOULLI.</i>	431
<i>Mémoire sur le mouvement apparent du Soleil, & sur la nécessité de recourir uniquement aux Observations du siècle précédent & de celui-ci, pour en déduire le mouvement du nœud de Vénus. Par M. LE MONNIEUR.</i>	486
<i>Remarques sur un Écrit touchant le diamètre de Vénus, qui a été lu à l'Académie. Par M. LE MONNIEUR.</i>	491.
<i>Mémoire sur les Mines de sel de Wieliczka en Pologne. Par M. GUETTARD.</i>	493
<i>Observations Botanico-météorologiques, faites au château de Denainvilliers, proche Pithiviers en Gatinois, pendant l'année 1761. Par M. DU HAMEL.</i>	517
<i>Observations par lesquelles on détermine le caractère générique de la Plante appelée Marfilca, plus exactement qu'il ne l'a été jusqu'à présent. Par M. GUETTARD.</i>	543
<i>Observations de la Comète qui a paru pendant les mois de Mai & de Juin de cette année 1762, faites à l'Observatoire Royal. Par M. MARALDI.</i>	557.
<i>Mémoire sur la Comète de 1762. Par M. DE LA LANDE.</i>	562
<i>Observation du Passage de Vénus sur le Soleil, du 6 Juin 1761,</i>	

T A B L E.

<i>Et détermination de sa conjonction & de la position de son Nœud.</i> Par M. JEURAT.	570
<i>Troisième Mémoire sur les moyens de perfectionner les Lunettes d'approche, par l'usage d'objets composés de plusieurs matières différemment réfringentes.</i> Par M. CLAIRAUT.	578
<i>Mémoire sur le Suber montanum qui se trouve au-dessus & au-dessous du chemin qui va à la paroisse de Mandagout & au Vigan, dans le diocèse d'Alais, & sur plusieurs autres sans d'Histoire naturelle & de Chimie.</i> Par M. MONTEP, de la Société Royale de Montpellier.	632

E R R A T A.

POUR L'HISTOIRE DE 1761.

*P*AGE 112, ligne 11, au lieu de Belétré, lisez de l'Estrée.

POUR LES MÉMOIRES DE 1761.

*P*AGE 72, ligne 11, au lieu de 48^d 53', lisez 48^d 43'.

POUR L'HISTOIRE DE 1762.

*P*AGE 3, ligne 17, terre glaiseuse, lisez terres glaiseuses.

*P*AGE 11, ligne 22, si elle n'y est pas : & si elle y est, lisez si elle y est : & si elle n'y est pas.

*P*AGE 55, ligne 28, n'a pas cru mieux faire, lisez n'a pas cru pouvoir mieux faire.

*P*AGE 73, ligne 12, que ayant, lisez qu'ayant.

*P*AGE 74, ligne 26, du plus gros cheval de frise, lisez du pied du plus gros cheval de frise.

*P*AGE 78, ligne 28, qu'ils sont, lisez qu'elles sont.

*P*AGE 119, ligne 15, des distances, lisez du quarré des distances.

POUR LES MÉMOIRES DE 1762.

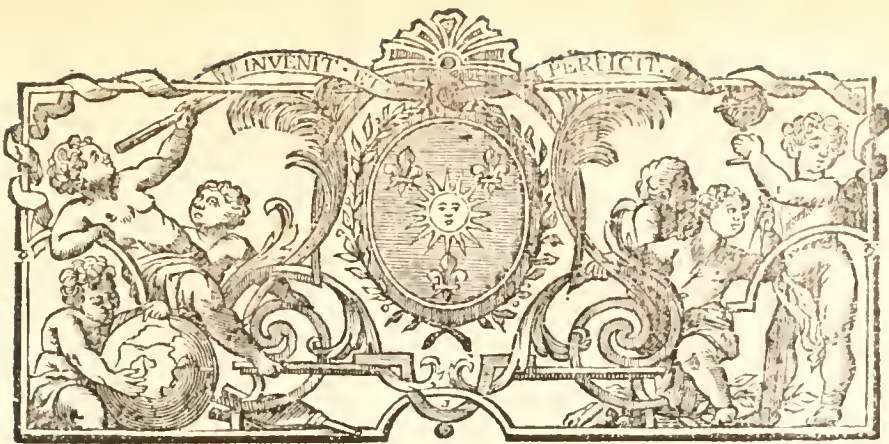
*P*AGE 100, ajoutez à la marge, Pl. 30, fig. I.

*P*AGE 268, ajoutez à la marge, Pl. 30, fig. III.

*P*AGE 574, ajoutez à la marge, Pl. 30, fig. VII.

*346.

HISTOIRE



HISTOIRE

DE

L'ACADÉMIE ROYALE DES SCIENCES.

Année M. DCCLXII.



PHYSIQUE GÉNÉRALE.

*SUR LES MINES DE SEL DE WIELICZKA
EN POLOGNE.*



ES Physiciens font ordinairement dans leurs V. les Mém
voyages tout le contraire des autres Voyageurs, P. 493.
ils diminuent le merveilleux que ces derniers,
peu instruits ou peu exacts, semblent se plaire
à répandre sur une infinité de points d'Histoire
Naturelle: cette diminution cependant ne fait rien perdre à ces
Hist. 1762. A

objets de leur prix réel; elle est souvent plus que compensée par des observations importantes, que des yeux accoutumés aux recherches Physiques, savent substituer aux fables dont on avoit chargé leurs descriptions.

La Relation du voyage que M. Guettard a fait en Pologne, nous fournira plus d'un exemple de ce que nous venons d'avancer; mais un des plus frappants est la Description qu'il a donnée des fameuses mines de sel de Wieliczka, qu'il a eu occasion d'examiner.

Il est peu de Voyageurs qui aient passé à portée de ces mines sans les visiter, mais il semble que presque tous aient eu pour but, dans les Relations qu'ils en ont données, de dépaîser, pour ainsi dire, le Lecteur & de faire illusion à sa curiosité. L'imagination des Poëtes n'a rien produit d'aussi singulier que ce que la plupart des Voyageurs ont dit de ces mines; les uns en ont fait des demeures presque comparables aux enfers d'Homère & de Virgile; d'autres y ont vu des palais brillans de toutes sortes de pierreries & dignes de servir de demeures aux Dieux de l'Olympe; d'autres enfin y ont remarqué des rivières, des villes, des églises & un peuple nombreux qui naissoit dans ces souterrains, & dont plusieurs mouroient très-avancés en âge sans avoir jamais aperçu la lumière du jour: en un mot, l'amour du merveilleux & l'imagination riante ou effrayée des Voyageurs, ont fait des peintures si dissémblables de ces mines, qu'on ne croiroit jamais qu'elles représentaissent le même objet; plusieurs, qui n'ont osé y descendre, ont donné pour des observations faites par eux tout ce qu'ils en ont entendu dire, qu'ils ont peut-être même orné ensuite de quelques traits de leur façon. Nous allons bientôt voir ce que le sang-froid du Physicien a eu à retrancher de ces descriptions si brillantes ou si terribles.

Les mines de sel de Wieliczka sont placées sous une montagne, au-dessus de laquelle est bâtie la ville qui leur donne ce nom: on peut descendre dans ces mines par des puits, qui sont au nombre de neuf, par lesquels on tire le sel & par lesquels les ouvriers montent & descendent, à l'aide d'un

cable, autour duquel ils entortillent la corde d'une espèce d'étrier de fangle sur lequel ils sont assis : on y peut aussi descendre par des échelles ou ranchers placés le long des parois de ces puits.

Ceux qui ne veulent pas s'exposer au risque de cette façon de descendre dans les mines, peuvent se servir d'un escalier pratiqué à environ trois cents toises d'un de ces puits : cet escalier, très-bien bâti en brique & en moellon, a environ quatre cents soixante-dix marches, & ce fut par-là que descendit M. Guettard.

Ces mines ne diffèrent en rien des mines ordinaires, si ce n'est que l'air y est beaucoup plus sain ; les bancs de sel ne s'y trouvent qu'à une assez grande profondeur, & après avoir percé une épaisseur de terrain considérable : le premier lit qu'on rencontre est entièrement de ce même sable dont une grande partie du terrain de la Pologne est composé : au-dessous sont plusieurs lits de terre glaiseuse, qui varient un peu par leur couleur & qui sont plus ou moins mêlées de sable & de gravier ; quelques-unes en sont presque exemptes, & les Mineurs les nomment alors *halda-midlarka* ou terre savonneuse.

Quelques-uns de ces lits de terre se trouvent parsemés de corps marins, comme de coquilles ou de madrépores : les coquilles sont du genre de celles qu'on nomme *comes*, & presque toutes assez petites.

Dès qu'on est arrivé à une certaine profondeur, les lits de terre se trouvent séparés par des lames de pierre, que leur peu d'épaisseur a fait regarder comme des ardoises, mais qui sont de véritables pierres calcaires, & n'ont rien de commun avec l'ardoise, que d'être minces & par lames ; on y trouve aussi d'espace en espace des blocs de pierre dont la couleur est une espèce de gris de fer. M. le Comte de Schober même, qui a écrit sur ces mines avec assez de détail, assure avoir vu des bancs de terre séparés par une espèce d'albâtre, mais M. Guettard n'en a point vu de cette espèce.

Les derniers lits de glaise sont encore séparés par une substance encore plus singulière, par une espèce de plâtre :

cette pierre, au premier coup d'œil, représente une collection de dents de quelque animal devenues plâtreuses, mais l'étendue de ces lits ne permet pas de l'adopter : on peut se figurer cette substance, en imaginant une pâte molle filée & tortillée en anses allongées qui tiendroient les unes aux autres, & dont plusieurs seroient appliquées les unes sur les autres. Dès que les Mineurs ont aperçu cette pierre, ils se tiennent sûrs de trouver bientôt les bancs de sel, & les rencontrent effectivement. Toutes ces matières, qui forment les différens lits dont nous venons de parler, ne sont pas toujours rangées horizontalement ; ces lits s'élèvent & s'abaissent fréquemment, mais ce n'est qu'après les avoir tous percés qu'on arrive aux véritables bancs de sel, qui ne se trouvent qu'à environ trois cents pieds de profondeur. Ils'en rencontre cependant dans les derniers buns de glaise, & on lavoit autrefois ces terres pour l'en retirer par évaporation, mais la disette de bois a fait abandonner ce travail ; on se contente d'en détacher des morceaux assez gros & assez transparens pour être employés à de petits ouvrages qui imitent le cristal.

On trouve immédiatement sous ces bancs de glaise des bancs de sel de peu d'étendue & de peu d'épaisseur, & même souvent des blocs de sel isolés & placés obliquement dans la glaise, mais aussitôt après on rencontre les véritables bancs de sel.

L'étendue de ces bancs est absolument inconnue ; on y a percé des galeries de huit à neuf cents pieds, sans en trouver la fin : on n'est guère plus certain de leur épaisseur, elle varie beaucoup, mais il est certain qu'il se trouve dans ces mines des excavations de trente à quarante pieds de hauteur, creusées dans une même masse de sel, sans qu'on en ait atteint le terme. Cette masse énorme va en s'inclinant d'environ 45 degrés ; elle ne suit cependant pas par-tout cette direction ; elle est quelquefois horizontale, quelquefois elle se redresse pour suivre apparemment les contours des différentes montagnes sous lesquelles elle s'étend. La substance de ce sel est assez dure, & sa couleur d'un gris clair ou d'un assez beau blanc ; il est

communément opaque, mais il s'en trouve des morceaux plus ou moins transparens ; & lorsqu'on examine attentivement à la loupe des morceaux de ce sel, on voit qu'ils sont entièrement composés de petits cubes ; figure qu'affecte, comme on sait, le sel marin dans sa cristallisation : aussi reprend-il cette même figure, lorsqu'après l'avoir fait dissoudre dans l'eau on le fait cristalliser de nouveau ; & les eaux, qui se font jour quelquefois dans les chambres abandonnées, y forment à la longue des masses de sel, dans lesquelles on reconnoît la même texture.

On trouve quelquefois dans le milieu des masses du sel le plus blanc, des parties d'une substance noirâtre plus ou moins considérables, & qui paroissent être du bois pourri : ce bois exposé à la flamme d'une bougie, s'enflamme promptement & s'éteint de même, répandant une odeur d'huile empyreumatique ; on a même assuré M. Guettard qu'on trouvoit aussi quelquefois des pyrites dans le sel ; ce qui ne seroit pas bien étonnant, les glaises qui se trouvent dans le sel & aux environs étant plus que suffisantes pour les produire.

L'inclinaison des bancs de sel à l'horizon, qui, selon les observations de M. Guettard, va jusqu'à 45 degrés, oblige de pratiquer différens étages dans l'excavation de ces mines ; les galeries même vont en baissant vers le fond de la mine ; elles aboutissent à des carrefours ou chambres assez vastes, dans lesquels on laisse aujourd'hui quelques piliers pour en assurer la voûte & pour prévenir les éboulemens que le défaut de cette précaution & le poids énorme dont ces voûtes sont surchargées occasionnoient quelquefois. C'est dans quelques-unes des chambres les plus éloignées que sont percés les puits qui communiquent d'un étage de la mine à l'autre : c'est par ces puits qu'au moyen de treuils, sur lesquels se devident des cables & qui sont menés par des chevaux, on fait monter des masses de sel énormes qu'on détache dans les étages inférieurs, & qu'après les avoir roulées dans les galeries, elles sont enlevées par d'autres puits jusqu'à la surface de la terre. Ces chevaux, qu'on a beaucoup multipliés depuis quelques

années, pour épargner aux hommes le travail le plus dur & le plus pénible de ces mines, n'en sortent pas, du moins tant qu'ils sont en état de servir; on leur a creusé dans la masse même du sel des écuries commodés; l'eau des pleurs de terre, qu'on trouve au commencement de la mine, est ménagée & conduite avec soin pour leur fournir à boire.

Dans les mêmes carrefours où se trouvent les puits dont nous venons de parler, ou dans leur voisinage, on a pratiqué des escaliers qui communiquent aussi d'un étage à l'autre: en descendant ces escaliers, comme en parcourant les galeries inclinées qui conduisent d'un carrefour à l'autre, on trouve à droite & à gauche les embouchures de plusieurs autres galeries qui conduisent à d'autres travaux de la mine; on n'y ressent aucune incommodité, l'air y est pur & sain; on y entretient une très-grande propreté; & le seul désagrément qu'on y éprouve est la poussière que le travail & les pieds des chevaux y excitent quelquefois.

Il faut cependant mettre en ligne de compte un accident plus fâcheux qui arrive quelquefois dans ces mines, c'est l'explosion subite d'une vapeur inflammable qui s'amasse dans quelques endroits, sur-tout dans les chambres abandonnées, & qui s'allumant au feu des lumières que portent les ouvriers, les met en risque de leur vie, par la violence de son explosion, mais heureusement ces accidens ne sont pas fort fréquens. La pitié des Polonois leur a fait creuser dans ces demeures souterraines des chapelles où certains jours de l'année on dit la Messe; la plus grande de toutes est celle qui est dédiée sous l'invocation de Saint Antoine; elle peut avoir trente pieds de longueur sur vingt à vingt-quatre de largeur, & dix-huit pieds de hauteur: l'autel, les colonnes torfes qui ornent le rétable, celles qui soutiennent la voûte, le crucifix, & les autres ornemens de l'autel, des figures d'Anges, celles de Saint François, de Saint Antoine & de Sigismond, roi de Pologne, tout est absolument de sel, & ce seul endroit mériteroit la peine que l'on prend pour se rendre dans le lieu où il se trouve.

Telle est en abrégé la description de ce que M. Guettard a vu dans les mines de Wieliczka; nous disons qu'il a vu, car il s'en faut beaucoup qu'il en ait parcouru toute l'étendue, mais on l'a assuré qu'il ne trouveroit dans le reste que la répétition de ce qu'il venoit de voir : la chambre la plus profonde à laquelle il est parvenu, se nomme *czyslinski* ; elle est environ huit cents pieds plus bas que la surface de la terre. Il y a dans cette chambre un puits profond de deux cents pieds, au fond duquel on travailloit alors à former des galeries pour en tirer le sel ; le fond de ce puits seroit donc, selon le rapport des Mineurs, à mille pieds, ou environ la dixième partie d'une de nos lieues, de profondeur ; mais si on veut s'en rapporter aux expériences du baromètre, faites par M. Schober, il en faudra déduire environ quatre cents pieds, & nous aurons plusieurs mines, même en France, plus profondes que les salines de Wieliczka. Il ne nous reste plus à exposer que la manière dont on en tire le sel, & l'origine, que M. Guettard attribue au prodigieux amas de cette matière qu'on y rencontre.

Les ouvriers qui travaillent au fond des mines n'y restent que huit heures ; au bout de ce temps ils remontent & sont relevés par d'autres. La dureté de ce travail ne leur permettroit pas de le continuer plus long-temps.

Pour séparer le sel de la masse, ils y creusent avec des pics deux sillons longitudinaux de la longueur qu'ils veulent donner au bloc, & deux transversaux, qui forment avec les premiers un carré long. Lorsque ces sillons ont atteint la profondeur nécessaire pour approcher de l'épaisseur qu'ils veulent donner au bloc, ils y enfoncent, à trois pouces les uns des autres, de longs coins de fer ; ces coins sont infailliblement détacher le bloc, & sa chute s'annonce par une espèce de déchirement. Les dimensions ordinaires de ces blocs, sont de vingt pieds de long, six de large & trois d'épaisseur.

Chacun de ces blocs se divise en trois, & on réduit chacune de ces parties en cylindre pesant quatre à cinq milliers : cette forme cylindrique donne la facilité de les rouler dans les galeries & en facilite le transport. Les morceaux qui pro-

viennent de cet arrondissement, sont mis dans des tonneaux qui pèsent ordinairement six cents livres, & les uns & les autres ayant été conduits aux puits, sont enlevés par les treuils dont nous avons parlé. On tire par an, de ces mines, douze à treize millions de livres de sel, qui se débite en Pologne & dans quelques pays voisins, après qu'on en a envoyé vingt mille tonneaux à la Noblesse de la grande & petite Pologne.

On ne tire aujourd'hui des mines de Wieliczka que du sel en pierre: il s'y trouve néanmoins de l'eau salée en quantité; elle provient des pleurs de terres, qui en pénétrant la masse de sel, le dissolvent & se rendent dans les cavités de la mine. On les en retire soigneusement par des machines placées aux endroits où on les conduit par des rigoles artilement ménagées. On profitoit autrefois du sel de ces eaux en les faisant évaporer, mais depuis 1724 la disette du bois a fait abandonner ce travail.

Il auroit été bien difficile à M. Guettard d'observer, comme il l'a fait, la situation & l'intérieur de ces mines, sans former quelques réflexions sur la cause qui avoit pu produire un si énorme amas de sel au fond de la terre: il pense que cet amas est dû aux eaux de la mer, qui ayant couvert tout ce pays jusqu'aux montagnes, au pied desquelles sont placées les mines, soit dans le temps de quelque inondation particulière, soit dans celui du déluge universel, y ont déposé d'abord le sel qu'elles contenoient à mesure que l'évaporation les a diminuées, ensuite les différentes glaïses & les espèces de pierres calcaires qui en séparent les bancs, & enfin le sable qu'elles avoient apporté.

Cette conjecture est fondée sur l'uniformité de position de ces lits, qui n'est interrompue que par quelques sinuosités qui ressemblent bien aux ondulations d'un fluide, sur la position de toutes ces différentes matières, qui est telle que les plus pesantes sont toujours au-dessous des autres, sur la figure des grains de sable, qui semblent tous avoir été roulés, sur les coquilles & les autres corps marins qu'on y trouve répandus; tous ces caractères ne laissent guère lieu de douter que ces mines n'aient été fournies par un dépôt de matières suspendues
dans

dans un fluide & ensuite déposées sur le terrain primitif, qu'elles ont recouvert d'un grand nombre de nouvelles couches. A l'égard des lits de plâtre & d'albâtre & des morceaux de pierre calcaire qui peuvent se trouver mêlés dans ces différents lits, ils ne peuvent fournir aucune objection contre le système de M. Guettard; leur formation peut être de beaucoup postérieure à celle des mines, & elles peuvent avoir pris naissance dans les fentes ou les cavités que les matières déposées avoient laissées entr'elles en se consolidant & en se desséchant.

Il suit de l'opinion de M. Guettard, que les amas souterrains de sel, qui, selon l'opinion commune, donnent la salure aux sources salées, devroient se trouver toujours au pied des hautes montagnes; mais cette objection, si on la faisoit, n'en seroit pas une, elle seroit plutôt une preuve de l'opinion de M. Guettard: car, en effet, presque toutes les fontaines salées sont placées de cette manière, on en trouve tout le long du mont Karpuck, dans l'espace de plus de cent lieues; les mines de sel de Saltzbourg & celles qu'on trouve en Calabre, les fontaines salées de presque toute l'Allemagne, celle de Salies dans le Béarn, les puits salés de Salins en Franche-comté, de Dieuze, Château-salins & Rozières en Lorraine, sont tous placés de la même manière au pied des hautes montagnes, & ce qui est bien à remarquer, c'est que toutes ces sources sont entourées de lits de terre & d'argile sans aucune roche, & que ces lits forment des ondulations & sont un peu inclinés à l'horizon; tous caractères qui semblent annoncer des terrains formés par des dépôts.

Cette espèce de preuve a même paru si forte à M. Guettard, qu'il pense que si on recherchoit avec soin aux environs des endroits où se trouvent les sources salées, on trouveroit peut-être des mines de sel gemme semblables à celles de Wieliczka: en effet, il est comme reçu que l'eau salée des puits & des fontaines ne doit sa salure qu'à des bancs de sel qu'elle rencontre & qu'elle dissout dans sa route. Il ne s'agiroit donc que de trouver ce magasin: jusqu'ici ces bancs salins n'ont été trouvés que par une espèce de hasard; pourquoi ne profiteroit-on pas

Hist. 1762.

B

des connoissances que donnent les observations de M. Guettard, pour faire la même recherche par principes & à la faveur de la théorie qu'elles semblent indiquer ? Des fouilles dans les montagnes au-dessus de ces sources, pourroient, si elles étoient prudemment dirigées, conduire d'autant plus sûrement à cette découverte, qu'il paroît, par tout ce que M. Guettard a pu rassembler d'observations sur cette matière, que dans tous les endroits où se trouvent des mines de sel, elles sont constamment recouvertes de lits des mêmes matières. Il seroit donc facile de reconnoître si on se trouvoit sur la véritable route, longtemps avant que d'être parvenu aux véritables laves de sel ; & cette découverte si importante, seroit, si elle avoit lieu, un fruit du voyage de M. Guettard ; c'en sera sûrement un que d'avoir éclairé la curiosité du Public sur un point d'Histoire Naturelle, qu'il semble qu'on eût pris plaisir à défigurer par les fables dont on l'avoit surchargé. On verra désormais dans ces mines, au lieu des villages, des rivières, des habitans chimériques, que les observations de M. Guettard ont détruit sans retour, des masses prodigieuses de sel, des effets admirables de l'industrie humaine, & des vestiges du plus grand événement que l'Histoire de la Pologne & peut-être celle de notre globe puissent nous fournir.

SUR QUELQUES PHÉNOMÈNES

Cités en faveur des Électricités en plus & en moins.

V. les Mém.
p. 137.

* Voy. Hist.
1755, p. 6,
& Hist. 1755,
p. 20.

Nous avons rendu compte en 1753 * & en 1755 de la dispute qui s'étoit élevée entre les Physiciens électrisans, sur les deux espèces d'électricité en *plus* & en *moins*, & des raisons qui avoient été produites de part & d'autre, tant pour appuyer cette opinion que pour la détruire ; voici encore une suite de ce travail. Certaines expériences ont été alléguées par les partisans de M. Franklin, en faveur de l'électricité en plus & en moins. Ce sont ces mêmes expériences que

M. l'abbé Nollet a répétées très-soigneusement & examinées dans toutes leurs circonstances, les réponses qu'il a faites aux inductions qu'on en vouloit tirer & les nouvelles tentatives qu'il a employées pour éclaircir les points douteux qui forment les Mémoires dont nous allons rendre compte; il prétend, en un mot, faire voir que des expériences citées par les partisans de M. Franklin, il ne résulte point la nécessité de n'admettre qu'un seul courant de matière électrique, allant tantôt d'un sens & tantôt de l'autre, suivant que le corps qu'on électrise est épuisé ou surchargé d'électricité; qu'elles se peuvent également expliquer par les deux courans dont il admet l'existence, & qu'enfin plusieurs faits qu'il allègue & qui s'expliquent très-bien dans ce dernier système se refusent absolument à l'hypothèse des deux différentes électricités.

Le premier article qu'examine M. l'abbé Nollet, est la compressibilité que quelques partisans des deux électricités attribuent à la matière électrique: cette qualité devient, dans cette hypothèse, absolument nécessaire, puisqu'on veut que cette matière soit condensée dans le corps électrisé en *plus*; mais au lieu de conclure de cette nécessité, l'existence de cette compressibilité dans la matière électrique, ne seroit-il pas mieux d'examiner si elle n'y est pas; & si elle y est, d'abandonner l'hypothèse, qui ne pourroit subsister sans elle?

La matière de l'électricité est assez généralement reconnue pour être la même que celle du feu, & les parties de cette dernière ont été de tout temps regardées comme très-dures, puisqu'il n'est aucun corps qu'à la longue elles ne puissent entamer. Quant au ressort, il se trouve des raisons presque égales pour leur en attribuer que pour leur en refuser; mais quand on leur en accorderoit, & même à un très-grand degré, en résulteroit-il qu'elles fussent compressibles au point qu'on la suppose. Une boule d'acier bien trempé, a certainement plus de ressort qu'une balle de coton ou de liège de même volume, & personne cependant ne croira qu'elle soit plus compressible que ces dernières: un fluide composé d'élémens de cette nature, qui reviennent assez à la dureté extrême que Boërhaave attribue

aux parties de feu, sera certainement élastique, & cependant très-peu compressible. On pourroit objecter que la matière du feu se condense dans une barre de fer lorsqu'on la fait chauffer, mais il se trouve dans ce phénomène une différence bien marquée d'avec l'électricité; le morceau de fer électrisé garde constamment son même volume, & celui du fer chauffé augmente le sien; effet naturel de l'introduction d'une matière qui s'est accumulée dans ses pores. Inutilement diroit-on que la force avec laquelle la matière est poussée par l'électricité étant moindre que celle de la chaleur, elle n'a pu vaincre la cohésion des parties du fer pour augmenter le volume de ce dernier: une expérience faite par M. l'abbé Nollet, prouveroit évidemment le contraire. Il a électrisé un thermomètre de mercure très-sensible, jusqu'à ce que la matière électrique communiquée à la boule se fit voir à l'autre extrémité de la colonne par des jets de lumière, il avoit alors une colonne de métal fluide, dont les parties n'avoient aucune cohésion, pénétrée de matière électrique autant qu'elle pouvoit l'être, & il n'a jamais observé dans cette colonne la plus petite augmentation sensible; ce qui auroit cependant dû arriver, si la matière électrique y eût été comprimée, puisqu'elle n'auroit pas manqué de séparer les globules de mercure, qui ne tiennent point ensemble, & d'augmenter par-là le volume du mercure & la hauteur de la colonne.

Il arrive quelquefois que les globes de verre & de soufre éclatent & se brisent en morceaux lorsqu'on les frotte pour les électriser, mais on n'en peut rien conclure par rapport au ressort de l'électricité ni par rapport à sa condensation. Le même accident n'arrive que trop aux meules de Coutelier; cette Histoire même en fournira un exemple, & on ne s'est pas encore avisé d'attribuer cet effet à l'électricité, mais seulement à la force centrifuge que le mouvement très-vif de rotation imprime à leurs parties, mais quand même on voudroit attribuer cette rupture des globes à l'électricité, il ne seroit nullement nécessaire d'admettre que cette matière électrique fût compressible, on sera infailliblement éclater un vase

fragile, en y forçant de l'eau ou tout autre fluide incompressible.

Le second point que M. l'abbé Nollet examine dans ce Mémoire, est la condensation ou surabondance de matière électrique qu'on suppose dans un corps, & l'exhaustion ou épuisement de cette même matière dans un autre : ces deux états sont, suivant les partisans des deux électricités, la cause première de tous les phénomènes électriques ; mais M. l'abbé Nollet ne trouve pas cette supposition mieux fondée que celle de la compressibilité. En effet, comment comprendre qu'on puisse condenser un fluide dans l'intérieur d'un corps dont les pores lui offrent une infinité de passages pour s'échapper, ou qu'on puisse l'en épuiser quand ces mêmes pores offrent une libre entrée au fluide de même nature qui l'entoure de toutes parts ? ce seroit vouloir épuiser d'eau, par le moyen d'une pompe ; un vaisseau percé de trous qui seroit au fond d'une rivière, ou vouloir s'en surcharger. Ce seroit en vain qu'on voudroit employer, pour expliquer cette surcharge ou cet épuisement, les petites atmosphères dont M. Wilson imagine que les corps sont comme enduits & qui interceptent le passage à la matière électrique, qui dans le cas où on en épuise un corps, se présente pour y rentrer. Il faudroit premièrement donner des preuves de l'existence de ces petites atmosphères ; mais quand même on adopteroit cette hypothèse, on n'en pourroit pas tirer un grand avantage pour l'explication du phénomène en question, & d'ailleurs elle est contredite par des faits sans nombre. On ne peut, par exemple, nier l'existence d'une atmosphère attractive & répulsive en même temps, qui se trouve autour du corps dans toute sa longueur aussitôt qu'il est rendu électrique même par épuisement ou en *moins*. Or, si la petite atmosphère suppose intercepte toute communication avec le fluide électrique ambiant, comment & par quelle raison celui-ci prend-il subitement la faculté d'attirer & de repousser à l'occasion du vide survenu dans le corps électrisé, avec l'intérieur duquel il ne communique point ; & s'il y communique, qui l'empêcheroit d'y rentrer ? Examinons maintenant les faits que

les partisans des deux électricités allèguent pour en établir l'existence.

Quand on frotte un globe de verre avec un coussin isolé, si quelque partie du coussin vient à s'approcher du conducteur électrisé par ce même globe, les étincelles qui éclatent entre deux, sont communément plus fortes que celles que tireroit de ce conducteur un corps non isolé, c'est uniquement, disent les partisans de M. Franklin, parce que la matiere électrique, condensée dans le conducteur, se précipite avec plus de violence dans le coussin qui en est épuisé, qu'elle ne le seroit dans tout autre corps qui en auroit sa dose naturelle.

Quand on viendrait à bout d'expliquer, par les deux électricités, tous les phénomènes dont nous venons de parler, il s'en trouveroit encore un qu'on auroit peine à y ramener, c'est l'inflammation de l'étincelle & l'action rétroactive de ce feu sur le conducteur; car il est bien certain que si un homme isolé sert de conducteur, il ressent la piquûre de l'étincelle aussi vivement que celui qui l'excite: en effet, comment comprendre que le fluide électrique s'enflamme jusqu'à explosion, uniquement parce qu'on lui présente un corps où son mouvement doit être plus libre? & comment concevoir, dans cette supposition l'action rétrograde de laquelle nous venons de parler?

Si même, pour exciter l'étincelle, on se sert de deux pointes, dont l'une soit électrisée par le verre, & l'autre point du tout, & que l'expérience se fût dans un lieu obscur, on verra sortir des deux pointes des feux qui tendent l'un vers l'autre, qui semblent se condenser à mesure qu'ils s'approchent, & qui finissent par éclater avec bruit lorsqu'ils se sont suffisamment mêlés. On objecteroit peut-être que l'un de ces feux est beaucoup plus petit que l'autre; mais indépendamment de sa direction, qui, selon les expériences de M. l'abbé Nollet, n'est pas équivoque, on ne peut rien conclure de cette différence, puisque cette émanation électrique pourroit être absolument invisible, même dans un corps animé de l'électricité du verre, sans que l'étincelle, dont la formation exige les deux courans

opposés, cessât d'éclater; il ne faudroit pour cela que terminer ce corps par une surface plane ou largement arrondie. Comment supposeroit-on encore que le conducteur, électrisé par un globe de soufre, s'épuise de la matière électrique, lorsqu'on prétend l'y voir rentrer sous la forme de point lumineux par l'autre extrémité? il ne suffiroit pas même de dire que cette matière n'y rentre pas avec la même vitesse qu'elle en sort pour se rendre au globe; car dans cette supposition, le point lumineux devroit subsister quelque temps après qu'on a cessé de frotter le globe, & c'est ce qui n'arrive point, cette espèce de lumière s'éteignant à l'instant même que le globe cesse d'être frotté.

L'attraction & la répulsion des corps légers ne s'expliqueroient pas plus aisément dans l'hypothèse des deux électricités, même en admettant les atmosphères de M. Wilfon, dont nous avons parlé, qui empêchent, selon lui, la rentrée du fluide électrique dans toute la longueur du conducteur électrisé par le soufre; car pourquoi ces atmosphères arrêteroient-elles le fluide dans la longueur du conducteur, tandis qu'elles lui livrent un passage très-libre à son extrémité? pourquoi cette matière amassée qui enveloppe le conducteur & lui fait une espèce d'atmosphère répulsive, permet-elle plutôt au corps non électrique d'aller vers le conducteur qu'à celui qui est électrisé? & enfin pourquoi cette matière amassée & cette atmosphère rentrent-elles à l'instant dans le conducteur, si dès qu'on a cessé de frotter le globe, un homme non électrique le touche du bout du doigt?

L'expérience suivante, rapportée par M. Wilfon, ne prouve pas davantage en faveur des deux électricités, il prend un siphon de verre, dont les branches égales & parallèles entr'elles ont environ trois pieds, & l'ayant rempli de mercure, il en plonge les deux extrémités dans deux vases qui contiennent du même fluide, en faisant ainsi deux baromètres qui communiquent ensemble par leur partie vide. Si après avoir isolé tout cet appareil, de manière que l'un des deux vases ne puisse

pas transmettre à l'autre l'électricité qu'on lui communiquera; on conduit à l'un des deux celle d'un globe de verre frotté, tandis que l'autre communique, au moyen d'une chaîne avec des corps non isolés, on verra, si on est dans un lieu obscur, sortir du haut de la colonne de mercure électrisée, une lumière diffuse qui se répand dans tout l'espace vide, paroissant aller de la colonne de mercure électrisée à celle qui ne l'est pas, & au haut de celle-ci, on apercevra une petite lueur très-courte & plus brillante que celle qui est répandue dans le tuyau.

Si on se sert d'un globe de soufre pour électriser, les mêmes phénomènes auront lieu, mais dans un ordre renversé, c'est-à-dire, que la lumière paroitra partir de la branche non électrisée, pour se rendre à celle qui l'est & au haut de laquelle on verra le petit bouquet de lumière.

C'est de cette expérience que M. Wilson prétend tirer la plus forte preuve en faveur des deux électricités; en effet, on y voit, pour ainsi dire, à l'œil changer la marche du fluide à mesure qu'on change la nature du corps électrisant.

Cependant M. l'abbé Nollet ne croit pas qu'on en puisse tirer aucune induction; il reconnoît bien, avec M. Wilson, la direction contraire du courant de la matière électrique dans les deux cas de l'expérience; mais il ne demeure pas d'accord que ce courant soit unique; il en vient, selon lui, un autre en sens contraire, qui produit, par son choc avec le premier, la petite lumière qu'on voit au haut de la seconde colonne, & pour s'en assurer mieux on n'a, si on se sert du globe de verre, qu'à regarder son extrémité voisine du globe, on en verra sortir la matière lumineuse qui se précipite vers ce dernier, & si on emploie le globe de soufre, on n'a qu'à isoler la chaîne qui communique du baromètre aux corps non isolés, & la terminer par une pointe de métal, & on y apercevra un bouquet de lumière, qu'on reconnoitra, en l'examinant, pour une matière qui débouche en avant; il y a donc toujours deux courans de matière électrique, & la seule

différence

différence qui se trouve dans les deux cas de l'expérience, c'est que dans celui où l'on se sert du globe de verre, le courant qui en sort est le plus fort, & celui qui y rentre le plus foible, au lieu que lorsqu'on emploie le globe de soufre, le courant qui en sort est le plus foible, & celui qui y rentre le plus fort; mais il n'en résulte en aucune manière que ces phénomènes ne doivent être attribués qu'à un seul courant qui change de direction dans les deux cas de l'expérience, on en sera même bien convaincu, si on veut bien faire attention que cette expérience ne diffère pas essentiellement de celle que M. l'abbé Nollet avoit tentée en 1747, lorsqu'il mastiqua l'extrémité d'une verge de fer dans l'une des ouvertures d'un vaisseau de verre long & purgé d'air, à l'extrémité duquel étoit mastiqué un robinet de métal : dans cette expérience, comme dans celle de M. Willson, la matière électrique sortoit d'un morceau de métal pour se rendre dans un vide, terminé par une autre masse métallique; mais comme les pièces étoient bien plus grandes que les colonnes de mercure & le tuyau de M. Willson, la direction des deux courans n'y pouvoit être méconnue, & on voyoit distinctement celle qui partoît du robinet s'élançer à la rencontre de celle que jetoit la barre de fer électrisée.

Les autorités en Physique ne sont pas d'un grand poids en comparaison des faits; mais quand on fait tant que d'en employer, il faut être exact. On a essayé d'opposer à M. l'abbé Nollet celle de M. Symmer en faveur du système de M. Franklin : M. l'abbé Nollet rapporte ici les paroles de ce Physicien, qui au lieu de nommer explicitement les effluences & affluences de M. l'abbé Nollet, admet *deux puissances actives & opposées*, & fait consister tout le jeu de l'électricité dans le plus ou moins de force de chacune de ces puissances, & la cessation de toute électricité dans leur parfait équilibre; proposition que M. Symmer établit par des faits, & qui ne peut absolument subsister avec l'hypothèse d'un seul courant de matière électrique, tel que le supposent les partisans des deux électricités en plus & en moins.

V. ler Mém.
2, 0.

Il nous reste présentement à examiner les principaux faits que les partisans des deux électricités prétendent faire valoir en faveur de leur hypothèse, & les réponses de M. l'abbé Nollet.

Si on frotte, disent les premiers, un globe de verre garni de son conducteur bien isolé, on voit paroître une aigrette enflammée à l'extrémité la plus reculée du conducteur, & cette matière a sa source dans le coussin qui frotte le globe, & dans le globe même, qui la lancent dans le conducteur & l'obligent de s'échapper par l'extrémité la plus éloignée. Il ne s'établit donc qu'un seul courant qui va dans cette direction.

M. l'abbé Nollet est bien éloigné de nier l'existence de ce courant, mais il nie qu'il soit seul: en effet, il en sort un autre de son extrémité voisine du globe, qui se rend à ce dernier dans une direction toute opposée, sous la forme d'une frange lumineuse, & qui a bien été reconnu pour tel par presque tous les Physiciens qui ont écrit sur cette matière, & l'existence de ces deux courans s'accorde à merveille avec les attractions des corps légers, que les filets de matière qui se rendent au conducteur y entraînent nécessairement, & une partie de cette matière passe au coussin pour y remplacer celle qu'il fournit continuellement.

Mais, dira-t-on, comment concevoir que le feu électrique puisse entrer & sortir à la fois par le même endroit du même corps? on pourroit répondre à cette objection que vraisemblablement ce ne sont pas les mêmes pores qui donnent passage à ces courans opposés; mais quand ce seroit précisément les mêmes pores qui leur donneroient passage, est-ce donc le seul exemple en Physique de courans de matières très-subtiles qui se croisent & se pénètrent en mille manières, sans déranger leur direction; & ceux qui font cette objection, ont-ils oublié que les rayons de lumière fournissent, en se croisant dans des espaces extrêmement petits, des exemples continuels de cette propriété? mais quand d'ailleurs on ne pourroit pas comprendre ce fait, à la vérité très-surprenant, est-il le seul dans ce cas? & seroit-on bien venu à nier la direction de l'aiguille aimantée vers le Nord, parce que jusqu'ici on n'a

pas encore pu expliquer d'une manière certaine comment elle s'opéroit. On feroit bien à plaindre dans l'étude de la Physique s'il falloit rejeter tous les faits dont on ne peut pas rendre raison dans le dernier détail. Si présentement on substitue un globe de soufre à celui de verre, il paroîtra encore des feux aux deux bouts du conducteur, mais ils seront placés différemment: au lieu de la petite frange lumineuse qui paroît venir du conducteur au globe lorsqu'on emploie le globe de verre, on aura, en employant celui de soufre, une belle aigrette lumineuse, mais aussi on n'apercevra vers l'autre extrémité de ce conducteur qu'une petite houppe de lumière. C'est cette petite houppe que les partisans de l'électricité en plus & en moins veulent faire passer pour le signe infaillible de la matière électrique qui se précipite dans le conducteur, pour aller remplir le vide que le frottement occasionne, selon eux, dans le globe & dans le conducteur.

Mais que deviendra ce raisonnement, si cette houppe lumineuse, ou, comme la nomme le P. Beccaria, cette petite étoile, est une véritable aigrette plus foible à la vérité & plus courte que les autres; mais qui comme elles manifeste la direction de son mouvement par le petit vent qu'elle fait sentir à la main qu'on lui oppose, pousse en avant la flamme d'une petite bougie qu'on lui présente & la fumée d'une chandelle nouvellement éteinte, fait onduler la surface d'une liqueur qu'on lui offre, accélère le mouvement des liqueurs qui coulent goutte à goutte, & qui enfin, vue à la loupe, paroît être une aigrette, petite à la vérité, mais bien épanouie.

Ce sont cependant tous ces caractères que les expériences, faites en présence d'un grand nombre de personnes, & surtout des Commissaires nommés par l'Académie pour les bien examiner, donnent aux houppes ou points lumineux: le Lecteur peut décider s'ils caractérisent un fluide entrant dans le conducteur ou un fluide qui en sort.

Ce n'est pas cependant que M. l'abbé Nollet prétende qu'il n'en entre point par cette même extrémité du conducteur par laquelle s'échappe l'aigrette; elle n'est jamais due, selon lui,

qu'à la rencontre & à la collision de deux courans, & il est très-persuadé qu'il s'en établit un qui en re dans le conducteur par la partie la plus éloignée du globe, & qui tourne à la grande aigrette qui va de ce conducteur au globe de soufre.

L'expérience qu'on cite comme la plus forte preuve en faveur des deux électricités, n'est pas, selon M. l'abbé Nollet, beaucoup plus concluante: on électrifie le même conducteur en même temps par un bout avec le globe de verre, & par l'autre avec le globe de soufre; & des qu'on a rendu les deux électricités égales, le conducteur ne donne plus, dit-on, aucun signe d'électricité; preuve évidente, ajoute-t-on, que celle du soufre & celle du verre ne peuvent subsister ensemble & se détruisent réciproquement.

M. l'abbé Nollet observe d'abord que cet énoncé n'est pas absolument exact, & qu'il arrive seulement que les signes d'électricité ordinaires, comme l'attraction & la répulsion des corps légers, &c. s'affaiblissent & même disparaissent sur toute la longueur du conducteur; mais que nonobstant cette cessation, on voit toujours à l'extrémité du conducteur, voisine du globe de soufre, une aigrette lumineuse, & à celle qui approche du globe de verre une houppe ou point lumineux. Ce dernier résultat est celui qu'a donné M. Franklin, & qui a été vérifié par M. l'abbé Nollet, & attesté plus d'une fois par les Commissaires de l'Académie qui en ont été les témoins.

Or, selon même les plus zélés partisans des deux électricités, les aigrettes & les points lumineux en sont les caractères les plus distinctifs & ceux qu'on doit préférer à tous les autres: comment donc dire qu'un corps n'est pas électrique, quand il donne les marques les moins équivoques des deux électricités? & comment accorder l'antipathie qu'on leur suppose avec la manière paisible dont elles animent toutes deux à la fois un même individu.

Inutilement diroit-on que la même chose arrive à une pointe de métal qu'on présente à un globe de verre & à un globe de soufre électrisés, qui, dans le premier cas, produit un point lumineux & dans l'autre une aigrette, sans être pour

cela électrique; car la dispaîté est entière, 1.^o en ce que ces pointes ne sont pas isolées comme le conducteur, 2.^o en ce qu'elles ne donnent pas à la fois les signes des deux électricités prétendues; mais de plus M. l'abbé Nollet soutient que ces pointes, même non isolées, sont véritablement électriques; elles ne sont point dans leur état naturel; elles donnent des signes très-marqués d'électricité, & on ne peut pas plus leur disputer la qualité de corps électrisés qu'à celui qui, sans être isolé, tire l'étincelle dans l'expérience de Leyde, & on peut s'en rapporter à ceux qui l'ont éprouvé, pour savoir si dans ce moment ils le sont crus dans leur état naturel, quoique dans cet état même ils ne pussent opérer ni attractions ni répulsions des corps légers qu'on leur présentoit. Tous les phénomènes d'électricité ne se ressemblent pas.

Quand tous les autres signes d'électricité cesseroient autour du conducteur électrisé par les deux globes, & qu'ils y cesseroient absolument, on ne pourroit donc pas le regarder comme non électrique; mais faudroit-il pour cela avoir recours à de nouvelles hypothèses? non certainement, & l'explication qu'en donne M. l'abbé Nollet, en supposant toujours les affluences & les effluences simultanes, est si naturelle, qu'il semble inutile d'en aller chercher une autre. Essayons d'en présenter une idée.

L'expérience a fait voir depuis long-temps que plus les corps qu'on veut électriser par frottement sont élastiques, plus ils sont susceptibles de cette vertu: le verre s'électrise mieux que le soufre, le soufre mieux que la cire, &c. à quoi on peut joindre que le degré de chaleur excité par le frottement, & qui n'est certainement pas capable d'altérer l'électricité du verre, doit amoindrir en quelque sorte le soufre & les résines & diminuer très-sensiblement leur élasticité. Voyons présentement ce qui arrive, ou pour mieux dire, ce qu'on peut conjecturer qui arrive dans la texture de ces corps lorsqu'on les frotte pour les rendre électriques.

Les corps qui, comme le verre, peuvent soutenir le frottement sans s'amollir, entrent dans une espèce de mouve-

ment de vibration; leurs pores s'ouvrent & se resserrent alternativement, & par ce moyen ils absorbent & lancent tour à tour la matière électrique; mais comme tous les pores ne s'ouvrent ni ne se ferment en même temps, il en résulte nécessairement que les filets de matière en mouvement, qui se trouvent aux environs du corps électrique, peuvent avoir, & ont en effet, des directions opposées, les uns venant se rendre dans les pores ouverts dans le même temps que d'autres sont chassés par le ressort des pores qui se ferment, & la quantité des filets entrans & des filets sortans sera nécessairement déterminée par le degré d'élasticité du corps & par la promptitude avec laquelle les pores se resserreront. Il n'est donc pas étonnant que le verre, qui est peut-être de toutes les matières qu'on peut électriser par frottement la plus dure & la plus élastique, chasse la matière électrique avec plus de vivacité qu'elle ne la reçoit, & que par conséquent les *effluences* soient bien plus vives autour des corps qu'il anime que les *affluences*.

Le contraire arrivera nécessairement au soufre & aux autres matières de cette espèce; leur élasticité est moindre par elle-même que celle du verre; elle est encore diminuée par le degré de chaleur qu'excite le frottement: leurs pores s'ouvriront donc avec plus de facilité & se refermeront avec moins de force & de promptitude, & les filets de matière électrique y entreront avec plus de facilité que dans le verre & en seront chassés avec bien moins de vitesse, & par conséquent les *affluences* y seront bien plus vives & plus marquées que les *effluences*. Appliquons maintenant cette théorie à l'expérience en question.

Le conducteur étant placé entre deux globes, l'un de soufre & l'autre de verre actuellement frottés, il doit arriver nécessairement que l'émission de la matière électrique étant très-forte dans le verre & l'absorption de la même matière très-forte dans le soufre, il s'établira dans le conducteur un courant très-vif, qui débouchera vers le globe de soufre par une aigrette brillante; & qu'au contraire le globe de soufre chassant la matière bien plus mollement, & celui de verre la recevant de

son côté avec moins de facilité, le courant qui s'établira dans le conducteur du globe de soufre au globe de verre, sera plus foible, & débouchera du côté de ce dernier sous la forme d'une petite aigrette ou d'un point lumineux.

Par la même raison, si on présente au corps électrisé par le verre la main ou quelque corps pointu non isolé, la matière électrique en sortira en petite quantité & avec une vitesse médiocre pour se rendre au verre, & elle ne formera au bout du doigt ou de la pointe qu'une aigrette courte ou un point lumineux, tandis que les mêmes corps produiroient de belles aigrettes si on les présentait à des corps animés de l'électricité du soufre, qui tire & absorbe cette matière avec bien plus de facilité qu'il ne la pousse.

On expliquera de la même manière comment le couffin isolé, qui frotte un globe de verre, ne donne que des points lumineux, parce que l'endroit du verre par lequel il le touche ayant ses pores continuellement gênés par le frottement, il ne peut rendre au couffin la matière électrique avec autant de vivacité qu'il l'en reçoit, & cette explication est d'autant plus naturelle, que, de l'aveu de tous les Physiciens électrisans, la partie du globe qui donne des marques de la plus vive électricité, est celle qui se trouve quelques pouces au-dessus de l'endroit qui reçoit le frottement.

Ces phénomènes de l'aigrette & du point lumineux, que les partisans des deux électricités regardent comme en étant les marques les plus distinctives, ne sont donc, suivant cette explication de M. l'abbé Nollet, que des marques d'une électricité plus forte ou moins forte, ou, pour parler plus juste, elles ne prouvent rien autre chose, sinon que le corps qui produit les aigrettes a son courant de matière effluente plus vif que celui de la matière affluente; & qu'au contraire celui qui ne donne que des points lumineux, a le courant de matière affluente, ou qui y entre, plus vif que celui de la matière effluente, ou qui en sort.

Mais que sera-ce si ces caractères si distinctifs des deux électricités se trouvent successivement à la même partie d'un

corps toujours animé de l'électricité de la même espèce? c'est cependant ce qui arrive presque toujours dans l'expérience de Leyde, si la bouteille est garnie en dehors de quelque feuille de métal, & que cette garniture ait quelque partie détachée & saillante. Des que l'on commence à électriser, il sort de ces parties saillantes des aigrettes lumineuses; & si dans cet état on leur présente une pointe de métal, il ne paroitra au bout de cette pointe qu'un point lumineux; mais si on continue d'électriser, alors il part du crochet de la bouteille une belle aigrette, & de ce moment les parties saillantes de la garniture ne donnent plus que des points lumineux, tandis que les pointes qu'on leur présente donnent de belles aigrettes. Comment concevoir que dans cette expérience le même corps, toujours électrisé de la même manière, reçoive successivement deux électricités différentes? n'est-il pas bien plus simple de dire que d'abord la matière venue du globe par le conducteur se repand dans la bouteille & se tamise dans son épaisseur pour produire des aigrettes, tandis que les affluences, qui ont peine d'abord à se frayer une route dans les pores de la bouteille, qui ne sont point mis en vibration par le frottement, sont encore faibles; mais à la fin les affluences se fortifient & les effluences du globe diminuent; alors ces dernières cessent de donner aux parties saillantes de la bouteille des aigrettes lumineuses, & les pointes qu'on y présente trouvant la route plus facile, y versent la leur avec plus d'abondance & font paroître à leur tour des aigrettes; & cette explication est d'autant plus naturelle, que cet effet n'arrive jamais plus sûrement que lorsque la bouteille est soutenue par la main d'un homme ou sur quelque support capable de lui fournir de la matière électrique.

Il n'est donc pas prudent de se presser de conclure des aigrettes & des points lumineux, quelle est la nature de l'électricité qui anime le corps qu'on examine, puisque la même électricité peut faire paroître les uns & les autres. Ces phénomènes dependent, selon M. l'abbé Nollet, de la proportion qui se trouve entre les affluences & les effluences, & cette proportion peut varier par le chaud, par le froid, par le sec,
par

par l'humide, &c. en un mot par tout ce qui peut intéresser l'état actuel du ressort des pores du corps frotté: M. l'abbé Nollet s'en est assuré, en rendant le frottement égal, autant qu'il pouvoit l'être, au moyen d'un coussin formé d'un même nombre de rondelles de papier doré, soutenues par un levier qui étoit excité à presser contre le globe par l'action d'un poids attaché à son autre extrémité. Cette pression, qu'on pouvoit, au moyen de cet appareil, rendre uniforme & égale, ou en telle proportion qu'on vouloit, sur différens globes, n'a jamais produit des effets constans, & M. l'abbé Nollet y a observé tant de variations accidentelles, que c'est presque sûrement perdre son temps que de tenter d'arriver à une précision scrupuleuse dans ces sortes d'effets.

M. l'abbé Nollet avoit souvent remarqué que les globes de soufre étoient très-sujets à éclater quand on les électrisoit: pour se mettre à couvert de cet inconvénient, il a fait réflexion que dans un globe qu'on électrisoit il n'y avoit guère qu'une zone d'environ quatre doigts qu'on frottât, & que le reste ne servoit que de support à cette zone, il a donc supprimé tout ce reste & formé une espèce de large bobine ou d'épaisse poulie, qui a autant de diamètre que le globe, & dont il remplit la gorge, qui doit avoir au moins quatre pouces de large, avec du soufre fondu, qu'il unit ensuite, d'abord avec un fer chaud, puis sur le tour; par ce moyen il s'est procuré des instrumens bien ronds, bien centrés, légers & qui ne sont pas sujets à éclater comme les globes.

Il ajoute à cette méthode la description d'un support propre à placer commodément une loupe pour examiner la direction des rayons de ces petites aigrettes, qu'on appelle *points lumineux*. Quoique ces instrumens ne soient pas des preuves en faveur de l'opinion de M. l'abbé Nollet, ils servent à mieux faire les expériences qui les fournissent: c'est peut-être une des manières les plus utiles de servir la Physique que de lui donner les moyens de mieux voir & de mieux opérer.

SUR DES OS ET DES DENTS

d'une grandeur extraordinaire.

V. Mem. **L'**ACADÉMIE a rendu compte au Public en 1727 * de très-gros ossemens fossiles trouvés en Sibirie, & que la comparaison qui en fut faite avec des pièces semblables du cabinet de feu M. Sloane, firent reconnoître pour de véritables os d'éléphant. Voici encore un travail de la même espèce.

M. de l'Isle, de cette Académie, avoit rapporté de Sibirie plusieurs os qui y avoient été tirés de terre, entr'autre un très-grand fémur qui étoit dans un Monastère de la ville de Casin, où on le regardoit comme l'os d'un Saint; car les Sibériens, qui n'ont jamais vu d'éléphans chez eux, n'avoient garde de soupçonner que cet os eût pu appartenir à un de ces animaux, & avoient mieux aimé supposer que ç'avoit été celui d'un géant humain, auquel ils avoient attribué une sainteté peu ordinaire à ceux que les Poëtes & les faiseurs de Romans ont supposé être de cette espèce.

Ce fémur ayant été apporté au Cabinet du Roi, M. Daubenton l'a comparé à un os semblable trouvé en Canada; & quoiqu'il manquât au fémur de Sibirie toute une épiphyse, en comparant cet os avec d'autres de même espèce & bien entiers, M. Daubenton a pu évaluer, relativement à ce qui restoit de l'os, la grandeur de l'épiphyse emportée, & par conséquent celle que l'os entier avoit dû avoir, qu'il a trouvée de trois pieds cinq pouces.

Le fémur de Sibirie & celui de Canada ayant été comparés par M. Daubenton, au fémur de l'éléphant mort à la Menagerie du Roi, dont le squelette entier est au Cabinet, il ne s'y trouva aucune différence de figure, mais il y en avoit une considérable pour la grosseur. Si on fait attention cependant à la différence que l'âge & le sexe doivent mettre dans la longueur & la grosseur des os des animaux de même espèce, on ne sera plus étonné de celle qui se trouve entre les os fossiles

& ceux du squelette de l'éléphant de la Ménagerie : ce dernier étoit encore au-dessous de sa jeunesse quand il est mort ; d'ailleurs si on juge de la grandeur des éléphans auxquels avoient appartenu les os fossiles de Sibérie & de Canada, par la proportion de la grandeur de l'humérus de l'éléphant de la Ménagerie avec la grandeur qu'il avoit de son vivant, on en conclura que ces animaux n'auroient pas eu tout-à-fait neuf pieds de haut ; ce qui est bien au-dessous de la grande taille de ces animaux, parmi lesquels il s'en trouve de quatorze ou quinze pieds de hauteur.

Il n'est pas rare de trouver en Sibérie de ces gros os fossiles d'éléphant ; M. de l'Isle avoit rapporté, outre le fémur dont nous venons de parler, plusieurs grands fragmens d'un autre fémur, une partie des os d'une tête, quatre dents molaires, cinq défenses & un humérus, qui tous ont été reconnus pour avoir appartenu à des éléphans ; & à en juger par la grandeur des os de la tête, l'éléphant duquel elle a fait partie, devoit avoir environ dix pieds de haut. La plus grande des défenses que M. de l'Isle a apportées, seroit peut-être assez grande pour douter qu'elle eût été celle d'un éléphant, mais M. Daubenton s'est assuré, par la comparaison qu'il en a faite avec d'autres défenses d'éléphant, bien connues pour telles, qu'elle en étoit une, & ce qui est assez singulier, c'est que cet ivoire, quoique fossile & peut-être enterré depuis un très-grand nombre de siècles, est d'assez bonne qualité pour être employé aux mêmes ouvrages auxquels on emploie le morfile ou ivoire ordinaire.

Les pays septentrionaux ne sont pas les seuls où l'on trouve des os fossiles d'éléphant, il s'en rencontre en bien d'autres contrées qui n'ont pas plus d'éléphans, & même en France ; on trouva en 1743, une omoplate d'éléphant enfouie dans une forêt entre Challon & Tournus : on a trouvé en Brie, au village de Gierard près de Crécy, des dents d'éléphans enfouies dans le sable à plus de dix pieds de profondeur. M. de Puymorin a envoyé de Toulouse des morceaux considérables de défenses d'éléphant, trouvées sous terre à deux pieds de profondeur, mais celles-ci étoient absolument décomposées & converties

en une substance bolaire, qui ne conservoit plus que la figure extérieure des défenses & le grain de l'ivoire.

Le femur dont nous avons parlé, qui a été apporté de Canada, prouve bien qu'il se trouve des éléphans dans le nord de l'Amérique, mais la circonstance de la découverte de cet os le prouve encore davantage. M. le baron de Longueuil étant campé, en 1739, à l'embouchure de l'Oyo dans le Mississipi, on lui apporta quelques os de très-gros animaux, trouvés sur le bord d'un marais, parmi lesquels il y avoit plusieurs défenses d'éléphant, dont une, qui fut apportée à Paris, étoit extrêmement altérée; il s'y trouvoit encore plusieurs dents molaires, qui furent remises au Cabinet du Roi: la plus grosse a quatre pouces cinq lignes de longueur sur trois pouces cinq lignes de largeur & trois pouces trois lignes de hauteur; mais quoique cette dent ait dû appartenir à un très-gros animal, cet animal n'est sûrement pas un éléphant; elle n'est point composée de couches successives d'os & d'émail comme le sont les dents de cet animal: tout son émail est à l'extérieur & renferme une matière osseuse, comme les dents des autres animaux. Auquel donc des grands animaux connus attribuer la dent en question? M. Daubenton s'est assuré, par l'exacte comparaison qu'il en a faite, que cette dent avoit appartenu à un hippopotame: il n'est pas plus étonnant qu'un squelette d'hippopotame se soit trouvé en Canada proche d'un squelette d'éléphant, que d'y avoir trouvé ce dernier; & l'extrême grosseur de cette dent, qui excède de beaucoup celles des têtes de cet animal conservées au Jardin du Roi, ne doit en aucune manière empêcher de les lui attribuer; celles-ci ne sont pas, à beaucoup près, des plus grosses. Zerenghi, cité par M. Daubenton, a vu en Égypte un hippopotame, dont la grandeur égaloit, ou même excédoit un peu celle de l'animal de cette espèce auquel ont appartenu les dents trouvées en Canada.

Aux recherches que M. Daubenton a faites à l'occasion des os dont nous venons de parler, il a joint celles qui ont eu pour objet un très-grand os trouvé au Garde-meuble de la

Couronne, & qui avoit fait partie d'un Cabinet que Gaston de France, frère de Louis XIII, avoit formé à Blois il y a environ un siècle : on le regardoit comme l'os d'un géant, & effectivement il avoit, au premier coup d'œil, toute l'apparence de l'os de la jambe d'un homme de taille gigantesque ; mais l'examen qu'en fit M. Daubenton, lui eut bien-tôt fait connoître que cet os n'étoit point celui d'un cadavre humain, & il ne fut plus question que de savoir auquel des grands animaux connus il pourroit avoir appartenu.

L'examen exact fut d'abord reconnoître cet os pour avoir été le rayon de l'avant-bras d'un très-grand animal, & la comparaison qui en fut faite avec les avant-bras des animaux solipèdes & à pieds fourchus, fit voir qu'il avoit les caractères qui pouvoient appartenir à l'os d'un animal de cette dernière espèce ou à pied fourchu, & cependant aussi quelque rapport avec les solipèdes, mais son extrême grandeur éloigne toute probabilité qu'il ait pu appartenir à aucun de ceux de cette dernière classe qu'on connoît. Reste donc à chercher l'animal en question parmi ceux qui ont le pied fourchu ; la grandeur & la conformation de cet os ne permettent pas de l'attribuer au cochon, au buffle, au bœuf, au bœuf, au bouc, aux gazelles, au daim, ni au chevreuil, & il porte une marque distinctive qu'il n'appartient ni au chameau, ni au dromadaire : on ne voit point qu'il ait été adhérent à l'os du coude, comme le rayon l'est dans ces animaux. Il ne reste donc plus parmi les animaux connus que la giraffe ou *camelopardalis* auquel on le puisse attribuer.

Cet animal vit en Afrique, & particulièrement en Éthiopie ; il a le pied fourchu, il a des cornes, huit dents incisives dans la mâchoire inférieure, sans qu'il s'en trouve aucune dans la supérieure ; il peut porter sa tête jusqu'à la hauteur de seize pieds, & son cou en a sept de longueur ; ainsi sa hauteur n'est pas fort différente de celle de dix pieds, que M. Daubenton trouve qu'auroit dû avoir un chameau, pour que l'os en question lui eût appartenu ; & ce qui rend encore plus probable que cet os ait été le rayon d'une giraffe, c'est que cet animal a

les jambes de devant beaucoup plus longues que celles de derrière; que, selon Ludolf, un homme de stature ordinaire ne lui va qu'au genou, & qu'un cavalier peut passer tout à cheval sous son ventre sans y toucher de la tête. En effet, si on prend les dimensions de la giraffe d'après le rayon qui est au Jardin du Roi, il se trouve qu'en donnant deux pieds & demi d'épaisseur au corps de cet animal, qu'on fait être assez mince à proportion de sa taille, tout ce qu'en a dit Ludolf se trouve exactement conforme à la vérité. Il seroit certainement encore plus sur de comparer cet os au squelette même d'une giraffe, si on en avoit un; mais cette ressource manquant, il est certain que les preuves de M. Daubenton ne pouvoient être plus complètes, & qu'il est bien plus naturel d'attribuer l'os en question à la giraffe qu'à des gens ou à des animaux inconnus, dont l'existence n'est fondée sur aucune preuve. La Physique & l'Histoire Naturelle offrent assez de merveilles réelles pour pouvoir se passer de celles qui ne sont qu'imaginaires.

S U R L' O C R E.

V. les Mém.
P. 53.

VOICI encore une de ces matières, sur la nature desquelles on dispute encore, malgré l'usage journalier qu'on en fait. L'ocre se tire dans plusieurs endroits du Royaume; elle est entre les mains de tout le monde, & cependant on ignore encore à quelle espèce de terre ou de substance on la doit rapporter: M. Guettard a entrepris de lever cette incertitude; & pour le faire avec succès, non-seulement il s'est procuré des descriptions de plusieurs ocrières, mais encore il a voulu examiner par lui-même celle qui se trouve près de Donzy en Nivernois, pour y voir l'ocre dans la mine même & être plus en état de décider à quel genre de substance elle appartenoit, & il a eu le plaisir de voir que dans toutes les ocrières dont on lui a envoyé les descriptions, l'arrangement des substances qui précèdent ou suivent l'ocre étoit, à très-peu de chose près, semblable, & que par conséquent l'opération de la Nature dans

la production de l'ocre étoit assez constamment la même. Nous allons suivre celle qu'il a examinée lui-même.

Les puits qu'on fait à l'ocrière de Bitry proche Donzy en Nivernois, sont carrés, ou au moins rectangulaires, & leur profondeur varie suivant le lieu où se trouve cette ouverture, si c'est sur une petite montagne, ils sont plus creux; si c'est au fond d'une vallée, ils le sont moins; ceux de Bitry n'ont guère que vingt-huit ou trente pieds de profondeur. L'ocre est communément précédée de trois lits ou bancs de terre, qu'il faut percer pour arriver jusqu'à elle; le premier est celui qui fait le fond du terrain, dont l'épaisseur est plus ou moins grande, selon l'endroit où il est situé: à Bitry il n'a guère plus d'un pied ou deux d'épaisseur: au-dessous se trouve une glaise blanche, ou plutôt d'un gris-cendré, ou quelquefois d'un bleuâtre tirant sur le noir. Cette glaise peut être employée à la poterie; ce banc de glaise peut avoir huit ou dix pieds d'épaisseur: au-dessous est une autre espèce de glaise ou terre rouge, dont l'épaisseur est un peu moindre que celle du banc précédent; celle-ci est suivie d'un lit d'une espèce de gris jaunâtre, composé de deux ou trois couches d'environ chacune un pouce d'épaisseur: c'est immédiatement sous ce lit que se rencontre l'ocre; le banc en est le plus épais de tous, puisqu'il tient à lui seul plus du tiers des trente pieds de profondeur qu'ont les puits de Bitry; il est posé sur un banc de sable dont on ignore l'épaisseur, les ouvriers ne le creusant ordinairement que de la hauteur d'un homme, pour y creuser à droite & à gauche des chambres, dont le banc d'ocre forme le plafond, & la faire tomber dans ces chambres au moyen de coins de bois de plus d'un pied de long, qu'ils y enfoncent pour en détacher des quartiers considérables: ces gros morceaux se nomment l'ocre *en quartiers*, & les moindres morceaux s'appellent *le menu*. On enlève les uns & les autres sur le sol où est percé le trou, & là on les dépouille soigneusement des glaises qui y peuvent être restées adhérentes, & ensuite on les met en tas ou meules à peu près coniques; on porte ensuite l'ocre, pour la dessécher, sous des halles, qui en la mettant à couvert de la pluie, la

laissent exposée à toute l'action de l'air ; & lorsqu'elle a subi cette préparation , on la met dans de vieux tonneaux à vin , & elle est en état d'être vendue.

Nous avons dit qu'on ignoroit l'épaisseur du banc de sable qui se trouve au-dessous de l'ocre , & cela est effectivement vrai à Bitry : l'ocrière y est placée dans le fond d'un vallon , & les eaux qui y séjournent ôtent assez la fermeté au terrain pour que les ouvriers ne pussent fouiller ni fort avant ni fort profondément , sans s'exposer à être enlêvelis sous les éboulemens qui s'y feroient infailliblement : mais dans une ocrière

** Voy. Mém. de France par M. Cassini de Zangy, p. 118.*

différemment placée, que M. le Monnier le Médecin a vue *, les ouvriers l'ont assuré qu'on trouvoit les bancs d'ocre & de sable placés alternativement les uns sur les autres.

On ne trouve dans aucune des ocrières , dont parle M. Guettard, que de l'ocre jaune , la rouge est l'ouvrage de l'art ; & c'est en calcinant fortement l'ocre jaune qu'on lui donne cette couleur. On la place pour cet effet, dans un fourneau semblable à celui des Tuiliers, observant d'y arranger les quartiers d'ocre de manière qu'ils laissent entr'eux un libre passage à la flamme du bois qu'on allume dessous dans le foyer du fourneau : le feu doit durer trois jours, modéré dans les deux premiers, mais assez vif le troisième. Si on tiroit l'ocre plus tôt, elle ne seroit pas rouge, mais d'un brun roussâtre & beaucoup plus dure qu'elle ne doit l'être naturellement. Telles sont à peu près les observations sur l'ocre que M. Guettard rapporte dans son Mémoire : essayons présentement de reconnoître quelle peut être la nature de ce fossile.

Le sentiment de Théophraste, qui est peut-être de tous les Anciens celui qui a le mieux écrit sur cette matière, est que l'ocre est une terre argilleuse ; il en reconnoît de deux sortes, l'une jaune & l'autre rouge, & celle-ci, selon lui, est naturelle ou factice, & cette dernière ne doit sa couleur qu'à la calcination artificielle, au lieu que la naturelle la reçoit de l'action des feux souterrains, à laquelle Théophraste dit que l'ocre jaune, comme la rouge, ont été soumises ; mais ce dernier article ne peut être admis, la position de l'ocre & des différentes matières qui l'accompagnent

l'accompagnent dans les ocrières, est trop régulière pour pouvoir être l'ouvrage d'un volcan, elle annonçeroit plutôt un dépôt formé par alluvion, & de plus le gravier qui se trouve au-dessous de l'ocre ressemble beaucoup plus au gravier de la mer ou des rivières qu'à des débris de matières brûlées, dont le caractère est toujours aisé à reconnoître.

Dioscoride, Gallien, Vitruve, Pline même, n'ont parlé de l'ocre que comme d'une matière propre à la Médecine ou à la Peinture, & n'ont rien dit sur sa nature, non plus que leurs Commentateurs : ce n'est guère que depuis qu'on a commencé à vouloir classer & arranger systématiquement les différentes substances qu'offre l'étude de l'Histoire naturelle, qu'on a fait quelques recherches sur la nature de l'ocre & qu'on l'a soumise à l'examen chimique. Il nous a appris que l'ocre contenoit une très-grande quantité de fer ; & que lorsqu'on y joignoit des matières capables de fournir du phlogistique, elle se convertissoit presque entièrement en ce métal. D'après cette observation, quelques-uns l'ont rangée avec les mines de fer, d'autres la regardent comme une glaise ferrugineuse, d'autres la placent au rang des argiles & accordent le nom d'ocre à toutes les terres friables, douces au toucher & qui se dissolvent facilement dans l'eau ; ils les partagent en ocras vitrifiables & ocras calcaires.

Quoique ces derniers multiplient infiniment les ocras, ce ne seroit cependant pas un grand inconvénient sans la confusion & l'incertitude qu'ils laissent sur le caractère distinctif de l'ocre. M. Guettard pense que la comparaison avec l'ocre proprement dite, doit être la véritable pierre de touche qui fasse reconnoître les substances qui doivent être rangées dans la même classe. Or, les qualités de l'ocre sont d'être douces au toucher, de s'attacher à la langue, de se durcir au feu, d'y devenir un mauvais verre si on la pousse jusqu'à un certain point, de contenir des parties ferrugineuses & de se convertir en fer si on la joint à du phlogistique, enfin de n'être point dissoluble dans les acides & de l'être dans l'eau commune.

C'est à ces caractères qu'on doit reconnoître les terres qui seront véritablement des ocras ou celles qui approchent de la

nature de ce fossile, & c'est en vertu de cet examen que M. Guettard rejette de cette classe des substances qu'on y avoit mises, selon lui, assez mal à propos, comme le giallolino de Naples, qui n'a rien de commun avec l'ocre que la couleur, le sel de Syrie, l'almaqua des Modernes, le bol de Venise, la terre de Sinope, la terre d'Ombre, celle de Cologne, la pierre d'Arménie, l'*ampelite* ou pierre noire, l'ocre de rue & plusieurs autres substances de cette espèce; en un mot il ne met au nombre des ocras que les glaises qui ont les caractères que nous avons rapportés.

Celle de toutes les substances rangées parmi les ocras, qui paroît à M. Guettard en être la plus éloignée, est l'*ampelite* ou pierre noire; rien n'y ressemble moins, & M. Guettard pense, avec M.^{rs} Wallerius & Linnæus, devoir la mettre au rang des schistes ou fausses ardoises. Les bancs de cette pierre sont en effet inclinés comme les schistes; comme eux elle se lève par feuillets; enfin elle paroît être une ardoise, ou imparfaite ou décomposée. Ce que les carrières de cette pierre ontient de plus singulier, c'est une poussière sulfureuse, d'abord noire, ensuite jaunâtre & enfin très-blanche, qui s'amasse sur la surface des lits de cette pierre, lorsqu'ils ont été quelque temps exposés à l'air, & que plusieurs, probablement à cause de la blancheur, ont pris pour du nitre. Quoique M. Guettard se soit bien assuré que cette poussière n'est que du soufre, l'*ampelite* cependant pourroit contenir du nitre; M. Guettard en ayant pulvérisé quelques morceaux, les a mis sur le feu dans une cuiller de fer, mêlés avec de la poudre de charbon, & ils ont détonné au bout de quelques minutes: cette détonation cependant seroit peut-être moins due à du nitre préexistant dans la pierre noire, qu'à quelque nouvelle combinaison qui se feroit faite au moyen du feu, & cela d'autant plus que l'*ampelite*, selon M. Wallerius, contient beaucoup d'alun.

Puisque l'ocre est une véritable glaise colorée, qui peut être, & qui est réellement employée avec succès dans la Peinture, pourquoi ne rechercheroit-on pas avec attention celles

qui seroient dans le même cas & qui peut-être recevroient de l'action du feu des couleurs solides & agréables? on en a déjà trouvé qui donnoient une assez belle couleur de gris-de-lin: nous en tirons plusieurs de l'Étranger, & des recherches mieux suivies nous en pourroient faire découvrir en France qui les égaleront ou en tiendroient lieu; ce seroit alors un fruit du travail de M. Guettard sur cette matière. Les recherches Physiques bien entendues mènent presque toujours à quelque objet d'une utilité réelle.

O B S E R V A T I O N S D E P H Y S I Q U E G É N É R A L E.

I.

EN ouvrant une sablière pour les chemins, à près d'une lieue au-delà de Compiègne, à gauche de la grande route & sur un terrain élevé de près de quatre-vingts pieds au-dessus du niveau de la rivière d'Oise, qui passe à environ cent cinquante toises à droite de la même route, on trouva un banc d'huîtres fossiles de deux pieds au plus d'épaisseur, assis sur un sable très-fin & pareil à celui dont ces huîtres sont remplies, & recouvert d'environ un pied de terre labourable: ces huîtres sont assez entières; elles sont toutes placées parallèlement à la surface du terrain, qui est un peu incliné. On trouve au même endroit quelques autres coquillages, mais en petite quantité. La sablière n'a été ouverte que sur à peu-près dix toises de longueur, mais il y a tout lieu de présumer que le banc d'huîtres, dont on ne voit point la fin, règne dans une grande étendue de terrain. Ces huîtres, dont plusieurs ont été envoyées à l'Académie par M. Peronnet, premier Ingénieur des ponts & chaussées du Royaume, auquel elle doit cette observation, ne paroissent point avoir été ouvertes, & par conséquent on ne peut attribuer cet amas aux coquilles d'huîtres provenant de celles qu'on auroit pu manger dans quelque grande

ville, qu'on pourroit supposer avoir été près de cet endroit : elles sont rangées trop régulièrement pour ne pas avoir été placées tranquillement dans cet ordre. Tous ces caractères concourent à prouver que la mer a autrefois couvert ce terrain & les y a déposées. On ne peut assigner l'époque de cet événement, mais au moins est-il sûr que la mer est venue jusque-là : ce monument n'est pas le seul qui prouve qu'elle a couvert la plus grande partie de notre globe.

I I.

Le lundi 11 Janvier 1762, au château de la Mornaire, situé à une demi-lieue à l'ouest de Montfort-l'Amaury & appartenant à l'Historien de l'Académie, on ressentit un vent très violent, qui augmenta beaucoup vers le soir : sur les onze heures il devint si terrible qu'il enleva une partie des tuiles & des ardoises de la couverture, & qu'il étoit impossible à ceux qui s'y trouvoient alors, dans un salon très-bien fermé, de s'entendre parler ; on n'entendoit pas même le bruit du tonnerre, qu'on jugea devoir être assez fort, puisque les éclairs se faisoient apercevoir, malgré les volets ; cette tempête dura dans la même force jusqu'à une heure & demie : alors la dame du lieu, à qui l'Académie doit cette relation & qui n'avoit pu s'endormir, entendit trois coups sourds, quoique très-forts, qu'elle compare à trois coups de bélier qu'on auroit donnés pour abattre le château dans une de ses faces tournées au sud-est. Immédiatement après elle entendit un très-grand bruit étranger au vent, qui fut suivi d'un calme d'environ un quart d'heure, pendant lequel le ciel étoit sans aucun nuage depuis l'ouest jusqu'au nord ; mais au moment que ce calme commença, elle sentit son lit comme s'avancer dans la chambre, c'est-à-dire dans la direction de l'est-sud-est à l'ouest-nord-ouest : une seconde après elle sentit le même mouvement, & immédiatement après un troisième, mais bien plus fort que les précédens, toute la charpente du château craqua & il se fit dans une chambre voisine trois lézardes au plafond ; une personne couchée dans une autre pièce, mais dont le lit étoit placé dans une direction perpendiculaire à celle du mouvement, crut être renversée

de son lit. Après ces secouffes, la tempête reprit avec la même violence & dura jusqu'au matin. Plusieurs habitans, dont les maisons étoient environ à un quart de lieue, dans la direction des secouffes, les ressentirent, & deux enfans, l'un de onze ans & l'autre de neuf, crurent être jetés dans la cour, ce qui est précisément la même direction qui avoit été observée au château. Il paroît que ce tremblement ne s'est pas fait sentir dans une grande étendue, mais il a été très-sensible dans tout ce canton, & les secouffes bien marquées par toutes les circonstances dans le sens de l'est-sud-est à l'ouest nord-ouest.

I I I.

Le 6 Août 1762, le sieur Haller, Coutelier à Straßbourg, étant occupé depuis un quart d'heure à repasser sur la meule de grès des forces d'environ un pied de long, & couché sur le ventre, comme le font ordinairement les Couteliers pour cette opération, sur une planche inclinée, distante de la meule d'environ quinze pouces, cette meule, à peu-près du poids de quarante-cinq livres, éclata avec un bruit terrible, qui effraya tous ceux qui étoient dans sa boutique & même dans le voisinage.

Le sieur Haller fut enlevé avec la planche sur laquelle il étoit couché, & porté à cinq pieds de distance de la machine; le coup l'étourdit au point de lui faire perdre connoissance & le blessa aux lèvres & au menton; il fut porté dans son lit sans l'avoir reprise, & les Chirurgiens qui furent appelés le secoururent par des saignées du bras & du pied, & par des eaux spiritueuses; il revint à lui & saigna copieusement du nez, par une suite de la violente commotion qu'il avoit éprouvée; elle avoit été si forte qu'il ne se souvenoit d'aucune autre circonstance de son accident que d'un très-grand bruit qu'il avoit entendu; il n'avoit, lorsqu'il reprit ses sens, aucun bruitement dans les oreilles.

Au quatrième jour de son accident, M. Morand le père, qui se trouva pour lors à Straßbourg, en ayant entendu parler, se transporta chez lui, il le trouva dans une espèce d'étonnement de toute la machine, ayant une petite plaie transverse au menton & deux autres au dedans de la levre inférieure,

faites sans doute par quelqu'un des éclats de la meule, la contusion avoit occasionnée à l'une de ces plaies un peu de pourriture.

M. Morand questionna beaucoup le malade & les assistans sur les circonstances du fait, & voici ce qu'il en apprit : l'explosion avoit été si violente qu'une des voisines étoit accourue à la boutique, croyant que la maison étoit tombée; la meule s'étoit partagée en plusieurs morceaux, dont les deux plus gros, qui furent présentés à M. Morand, pesoient ensemble environ quinze livres, & ne faisoient guère que le tiers de la meule, le reste des fragmens gros & menus étoit rassemblé en un tas dans la rue.

Quelques-uns de ces fragmens qui avoient été lancés du côté de la fenêtre avoient brisé un panneau de douze carreaux de verre, qui venoit d'être raccommodé; d'autres fragmens avoient été portés dans la rue à plus de six pieds de distance, d'autres enfin, avoient été arrêtés dans des mottes de beurre, exposées en vente sur une planche attachée à l'appui de la fenêtre.

L'examen que fit M. Morand des gros morceaux de la meule, ne lui offrit qu'un grès ordinaire; elle avoit vingt-deux pouces de diamètre, elle étoit neuve, le sieur Haller s'en étoit servi pour la première fois la veille, pour en unir la circonférence, & l'avoit laissée toute montée près de la moitié trempant dans l'eau; elle avoit jeté quelques étincelles pendant le quart d'heure qui précéda l'explosion; mais dans le moment même elle n'en jeta aucune, & les Couteliers assûrent que ces meules ne s'échauffent jamais.

L'accident arrivé au sieur Haller n'est pas aussi rare qu'il seroit à souhaiter qu'il le fût, c'étoit la cinquième fois qu'il l'éprouvoit; mais celle-ci avoit été la plus forte. Les Couteliers de Paris, auxquels M. Morand en parla à son retour, n'en furent nullement surpris, un d'eux lui raconta qu'en 1733 la meule se brisa & renversa par terre l'ouvrier qui étoit sur la planche, & qu'un des fragmens fut lancé avec tant de violence, qu'il alla détacher un platras du mur de la maison

qui étoit vis-à-vis, quoique la rue fût assez large pour que deux voitures y pussent passer facilement; il ajouta qu'un de ses confrères avoit eu le nez emporté par une pareille aventure, & qu'enfin le fils d'un fameux Coutelier de Paris avoit été tué par une semblable explosion.

Un accident peu rare & si dangereux mérite bien qu'on cherche à en découvrir les causes & à y remédier, s'il est possible; c'est aussi ce qu'a fait M. Morand, & voici le précis de ses observations & de ses réflexions.

L'ouverture des meules, qu'on nomme *l'ail*, & par laquelle passe l'axe de fer qui les soutient, est ronde, & l'axe est carré; on l'assujettit dans cette ouverture par des coins de bois qu'on y chasse pour le maintenir & le placer précisément au milieu: on monte ensuite la meule sur son support, & on ajoute à l'axe une poulie de bois, dont la gorge peut avoir cinq à six pouces de diamètre; c'est sur cette poulie que passe une corde sans fin qui se rend sur la circonférence d'une roue de deux pieds & demi ou trois pieds de rayon, par le moyen de laquelle & de la manivelle qui y est attachée, on donne à la meule un mouvement d'autant plus rapide que la roue est plus grande que la poulie.

Il n'est pas difficile de voir, d'après cet exposé, que plusieurs causes peuvent concourir à l'accident dont nous venons de parler.

Il se peut faire que la pièce de grès dont on a fait la meule, soit trop tendre, qu'elle ait même intérieurement quelques fils dont on ne se soit pas aperçu, elle peut n'être pas parfaitement arrondie, soit par la négligence de l'ouvrier, soit parce qu'il se sera trouvé à sa circonférence quelque partie plus dure que le reste, qui aura résisté à l'outil avec lequel on l'arrondissoit; dans tous ces cas, il arrivera infailliblement que la meule éclatera en tournant, & pour s'en convaincre, il ne faut que considérer l'extrême vitesse, & par conséquent l'énorme force centrifuge qu'elle reçoit de la roue.

Dans la supposition d'une roue de cinq pieds, qui est le cas ordinaire, & d'une poulie de six pouces fixée à l'arbre de

la meule, celle-ci fait dix tours pendant l'espace de deux secondes, que la roue emploie communément à faire un tour, lorsque le tourneur la mène raisonnablement & sans se presser; or, comme une meule a communément vingt-deux pouces de diamètre, un point de sa circonférence décrit à chaque tour un cercle d'environ soixante-huit pouces, c'est-à-dire, qu'en une seconde il parcourt trois cents quarante pouces ou vingt-huit pieds quatre pouces, vitesse au moins égale à celle d'une pierre lancée par une fronde; il n'est donc pas étonnant que, pour peu que la meule soit trop tendre, qu'elle ait quelque scélure ou quelque défaut de rondeur qui puisse occasionner un choc, elle se fende & parte en éclats.

Non-seulement une meule imparfaite peut être exposée à cet accident, mais celles mêmes qui seroient le mieux choisies peuvent y devenir sujettes: nous avons dit que pour assujettir l'arbre carré de la meule dans le trou rond qui est à son centre, on se servoit de coins de bois, qu'on y faisoit entrer à force & à coups de marteau: or, si dans cette opération, on force un peu trop un des coins, ou si on a négligé d'abattre à la lime la vive-arête du trou de la meule, on pourra occasionner une scélure imperceptible, qui ne manquera pas de faire éclater la meule lorsqu'on la tournera avec la rapidité qu'on lui imprime ordinairement. Il faut encore moins que tout cela, si les coins de bois qu'on emploie sont secs, ils se renfleront infailliblement par l'eau dont la meule est continuellement imbibée; on sait que ce renflement est la puissance qu'on emploie dans les carrières, pour séparer les meules de moulins, il n'est donc pas étonnant qu'il puisse occasionner des scélures à la meule la mieux choisie & la mieux montée, & l'expose, par ce moyen, à éclater par l'effet de la rotation rapide. Le mieux seroit peut-être de choisir des meules d'un grès plus épais & d'y ménager de part & d'autre, de la partie qui doit servir à aiguïser, deux retraites d'un moindre diamètre, sur chacune desquelles on seroit entrer une frette de fer qui se pourroit serrer avec des coins ou avec des vis, ces frettes, plus basses que la circonférence de la meule, n'empêcheroient pas

pas son usage, & elles mettroient les Couteliers à l'abri d'un accident toujours dangereux & quelquefois funeste.

On pourroit aussi diminuer la vitesse de la rotation, souvent inutile à la perfection de l'ouvrage, soit en recommandant à celui qui tourne la roue, de la mener tout doucement, soit en augmentant le diamètre de la poulie fixée à l'arbre de la meule, soit enfin en employant la méthode que le sieur Songy, Maître Coutelier à Paris, a présentée à l'Académie & qui a mérité son approbation : cette méthode consiste à faire tourner lui-même la roue, au moyen d'une pédale qu'il y a jointe ; par ce moyen l'ouvrier, couché à l'ordinaire sur la planche, peut, avec un de ses pieds, faire mouvoir la roue & la meule avec le degré de vitesse qui convient à l'ouvrage qu'il repasse, sans dépendre du caprice d'un agent étranger ; & quoique par ce moyen on ne puisse donner à la meule le même degré de vitesse que lui donneroit un homme appliqué à la roue, on en peut toujours donner autant qu'en exigent les ouvrages ordinaires de coutellerie, & on ne courroit pas risque d'être exposé à l'explosion des meules & aux accidens qui en résultent.

Nous renvoyons entièrement aux Mémoires,

Le second Mémoire de M. Guettard sur la Description V. les Mém.
minéralogique des environs de Paris. p. 172.

Les deux Écrits du même sur la nature du terrain de la pp. 234 &
Pologne, & sur les minéraux qu'il renferme. 293.

Les Observations météorologiques, faites à Warsovie en p. 402.
1760, 1761 & 1762, par le même.

Et les Observations Botanico-météorologiques, faites à p. 517.
Denainvilliers près Pluviers, par M. du Hamel.





ANATOMIE.

SUR

LES YEUX DE QUELQUES POISSONS.

V. les Mem.
P. 76.

L'ANATOMIE comparée ou l'examen des parties semblables dans l'homme & dans les différens animaux, est un des plus utiles moyens qu'on puisse mettre en usage pour éclaircir une infinité de questions; souvent tel organe, dont il est presque impossible de connoître la construction dans une certaine espèce, se présente à découvert dans une autre, & plus souvent encore des usages qu'on croyoit pouvoir attribuer à différentes parties dans l'homme & dans quelques animaux, se trouvent absolument détruits par l'impossibilité de les attribuer à ces mêmes parties dans d'autres animaux.

C'est sous ce point de vue que M. Haller a envisagé les recherches qu'il a entreprises sur les yeux des Poissons, desquelles il a fait part à l'Académie, & il n'a point été trompé dans son attente: ses observations lui ont valu, outre une connoissance exacte de cet organe, la décision de quelques points d'Anatomie très-intéressans & très-contestés. Nous allons essayer de donner une idée, non de tout son travail, mais de ce qu'il lui a offert de plus nouveau & de plus intéressant, & pour mieux nous faire entendre, nous commencerons par remettre sous les yeux du Lecteur une courte description de l'œil & des différentes parties qu'il contient.

L'œil est en général une espèce de globe plus ou moins approchant de l'exakte sphéricité; dans la plupart des animaux il est logé dans une cavité formée par les os de la tête, & qu'on nomme *orbite*, dans laquelle il peut se mouvoir par l'action de plusieurs muscles destinés à cet usage.

A la partie postérieure de ce globe est une espèce de queue ou pédicule assez considérable, qui, passant par une ouverture qui se trouve au fond de l'orbite, va se perdre & se confondie dans le cerveau; ce pédicule est le nerf optique.

Ce nerf est recouvert de deux enveloppes, qui sont l'une & l'autre des productions des méninges ou membranes qui enveloppent le cerveau, l'extérieure, qui tire son origine de la dure-mère, forme, en s'épanouissant, l'enveloppe extérieure de l'œil, à laquelle, à cause de sa dureté, on a donné le nom de *scéléronique*^a. Cette membrane est opaque dans sa plus grande partie, mais au-devant de l'œil, elle prend une courbure un peu plus convexe, & devient aussi transparente que les plus belles lames de corne; aussi cette partie porte-t-elle le nom de *cornée transparente*, pour la distinguer du reste de la scélérotique que quelques-uns nomment *cornée opaque*.

^a Σκληρός,
durus.

Sous cette enveloppe on en trouve une seconde, qui n'est qu'une expansion de la première, & qu'on nomme *choroïde*, c'est-à-dire^b, *séparation* ou enveloppe; celle-ci s'applique exactement contre l'intérieur de la scélérotique, jusqu'à l'endroit où commence la cornée transparente; là, elle s'en sépare & traverse absolument le globe de l'œil, formant un plan qui sert de base à l'espèce de calotte que forme la cornée transparente: ce plan porte le nom d'*uvée*, à cause de la couleur de sa partie interne, qui ressemble à celle d'une peau de raisin noir; c'est sur la partie antérieure qu'est placé ce cercle coloré qu'on nomme *iris*, & qui entoure l'ouverture de la prunelle. Derrière cette membrane, & à très-peu de distance, en est placée une autre qui se détache aussi de la choroïde & qu'on nomme *couronne ciliaire*, celle-ci embrasse & tient suspendu vis-à-vis la prunelle un corps transparent & presque lenticulaire, qu'on nomme *cristallin*; enfin, la partie médullaire du nerf optique s'épanouit aussi, & forme une troisième membrane très-fine & comme muqueuse, qui tapisse sous la choroïde tout le fond de l'œil, & qu'on nomme *rétime*.

^b Χωρίζω,
separo, includo.

Toutes ces membranes partagent, comme l'on voit, l'œil en trois chambres ou cavités, l'antérieure, comprise entre la

cornée transparente & l'iris, communique, par l'ouverture de la prunelle, avec la seconde, comprise entre la même membrane de l'iris, la couronne ciliaire, & le cristallin; ces deux chambres sont remplies d'une liqueur presque aussi claire & aussi fluide que de l'eau, & qu'on nomme, pour cette raison, *humour aqueuse*, la troisième chambre, qui n'a nulle communication avec les deux premières, est remplie d'une espèce de gelée transparente, qu'on nomme *humour vitré*. C'est par le moyen de cette admirable structure que les rayons de lumière, reçus par l'ouverture de la prunelle, vont faire, par les réfractions qu'ils éprouvent dans l'œil, une peinture exacte des objets extérieurs sur la rétine qui tapisse le fond de cet organe.

Telle est en général la description de l'œil; mais cette structure éprouve des variétés dans les différentes espèces, & ces variétés peuvent servir à éclaircir une infinité de points sur l'usage des différentes parties de cet organe. Nous allons rendre compte de celles que les observations de M. Haller lui ont fait observer dans les poissons.

Le nerf optique y est beaucoup plus considérable que dans les autres animaux, une grande partie des tubercules qui, dans les poissons, tiennent lieu de cerveau, semblent destinés à lui fournir sa partie médullaire, &, ce qui est bien digne de remarque, c'est que, malgré l'inégalité du nombre & la variété des figures de ces tubercules dans les différents poissons, les deux qui tiennent lieu de couches des nerfs optiques ont une structure constante dans tous les poissons; ils sont creux & contiennent un ventricule, comme dans les oiseaux, ressemblance singulière entre deux espèces si différentes, mais qui n'est cependant pas la seule & de laquelle nous aurons occasion de remarquer plus d'un exemple dans les observations de M. Haller. Ces nerfs ne s'unissent point, comme dans l'homme, sur la selle sphénoïdale, mais les couches dont ils partent le sont par des fibres transversales qui, apparemment, tiennent lieu de cette union: mais s'ils ne s'unissent pas dans leur trajet, le croisement qu'on ne fait que

soupçonner dans l'homme, y est apparent, ils se croisent avant que d'entrer dans les orbites; on voit évidemment que le nerf qui part de la couche droite, va se rendre à l'œil gauche, & celui qui part de la couche gauche à l'œil droit. Il est bon de remarquer que ce croisement est commun à tous les nerfs de toutes les espèces connues, où il est démontré, par mille expériences, & que, quoiqu'on en ignore la raison, il paroît être nécessaire dans tout le système nerveux. Le nerf optique est assez simple dans les poissons, & la substance médullaire y est partagée en espèces de faisceaux unis par une toile cellulaire qui leur sert de guîne: cette substance médullaire sort en masse, quand on presse le nerf, & n'est point recouverte de cette espèce de membrane criblée, qui, dans quelques animaux terrestres, ne laisse passer dans ce cas la moelle qu'en filets.

Nous avons dit que les différentes membranes du globe de l'œil étoient formées par l'expansion de celles qui enveloppent le nerf optique, & par l'expansion de sa partie médullaire; mais ce qu'il y a de singulier, c'est que cette production des membranes ne se fasse pas de la même manière dans tout le genre des poissons, les uns, comme la carpe, la lotte, le manier & la tanche, retiennent en cette partie la même structure que les quadrupèdes, & dans les autres, comme la truite, le saumon, l'ombre-chevalier, on retrouve la structure de l'œil des oiseaux.

Dans les premiers, le nerf optique est couvert d'une enveloppe très dure, & aussitôt après qu'il a traversé la sclérotique ou enveloppe extérieure de l'œil, il produit cette membrane argentée, qui, dans les poissons, sert de choroïde: immédiatement après, il produit une membrane remplie de vaisseaux, qu'on nomme, pour cette raison, *vasculaire*, qui n'existe que dans les poissons, ce n'est qu'une ligne plus loin qu'il produit la tunique, qui se trouve, par conséquent, éloignée du fond de l'œil d'une quantité considérable, & dont les lames paroissent être une production de la substance blanche ou médullaire du nerf optique; dans tout ce trajet, depuis le

fond de l'œil jusqu'à la rétine, le nerf est étroitement enveloppé d'une membrane noire, qui est une extension de la pie-mère, il sort encore de la circonférence du cercle, par lequel le nerf optique s'épanouit, des faisceaux de fibres qui vont, en s'épanouissant, former cette membrane qu'on nomme *crachnoïde*, qui s'applique sur la rétine, & à laquelle on a donné ce nom à cause de sa ressemblance avec des toiles d'araignée; mais M. Haller n'a jamais pu les suivre jusque-là.

Dans les seconds, le nerf optique donne bien à peu-près les mêmes membranes, mais il se dilate en formant comme un arc de cercle, & la rétine est soutenue par un appendice moins long, à la vérité, mais semblable à celui qu'on observe dans les oiseaux, la coupe de la membrane noire à l'endroit où passe le nerf optique est très-elliptique, & la moelle de ce nerf y paroît à découvert; la surface par laquelle ce même nerf est terminé, est longue comme dans les oiseaux, & a, comme dans ces derniers, une artère qui en parcourt la longueur; on n'y voit point cette membrane, servant de base à la partie qu'on nomme *peigne*, dans les yeux des oiseaux, & qui couvre l'entrée du nerf optique, cette partie manque absolument, même dans les poissons dont nous venons de parler, & qui ont la structure de leurs yeux la plus semblable à celle des yeux des oiseaux.

Quelle peut être la raison de cette diversité qui s'observe dans les différentes espèces de poissons? il seroit peut-être difficile de l'assigner; mais on peut, suivant la pensée de M. Haller, en tirer une maxime bien utile aux Physiciens, c'est de ne jamais conclure par analogie d'une espèce à l'autre, & d'être toujours en garde contre les inductions.

La rétine est de toutes les parties de l'œil, celle qui a fourni les observations les plus satisfaisantes à M. Haller. On soupçonnoit depuis long-temps, & les observations de Ruyfch & d'Albinus sembloient même l'indiquer, que la rétine étoit composée de deux plans différens, dont l'un étoit un réseau de vaisseaux extrêmement fins, & l'autre une espèce de pulpe blanche qui recouvroit le premier; mais on n'avoit

pu encore parvenir à avoir ces deux feuillets séparés & entiers.

La même difficulté ne se trouve pas dans les poissons ; toute la précaution nécessaire est de se servir des yeux les plus frais ; la rétine est si délicate, que le plus petit commencement de putréfaction suffit pour la détruire ; mais, en se servant d'yeux frais, il suffit de séparer cette tunique de celles qui la couvrent : ce qui se peut toujours faire avec facilité. On aperçoit alors, à travers le corps vitré, une infinité de fibres blanches, partant du cercle terminateur du nerf optique comme d'un centre, & venant se terminer à l'endroit où commence l'uvée ; laissant ensuite l'œil dans de l'eau-de-vie, la rétine, qui est naturellement très-épaisse dans les poissons, s'y endurecit ; & alors on sépare la membrane pulpeuse qui est assez épaisse, de la lame fibreuse ; & il ne reste de la rétine qu'un hémisphère appliqué sur le corps vitré composé de fibres extrêmement déliées, & qui pourroit porter à juste titre le nom de *membrane arachnoïde*.

Quoique M. Haller n'ait pas encore pu parvenir à séparer les deux lames de la rétine dans l'homme & dans les animaux terrestres, aussi parfaitement que dans les poissons ; cependant il en a vu assez dans plusieurs espèces, pour que ses observations réunies à celles de Ruysch, d'Albinus & de M.^{rs} Mæller & Zinn, l'autorisent à donner la même structure à la rétine de l'homme, c'est-à-dire à la composer d'une membrane muqueuse & d'une arachnoïde.

M. Haller a observé dans la rétine des quadrupèdes un grand nombre de vaisseaux sanguins, partie artériels, & partie vénéux ; ces vaisseaux, à mesure qu'ils se subdivisent, perdent leur couleur rouge & deviennent invisibles : exemple évident de la production des vaisseaux artériels du second rang.

Mais la plus belle observation, que M. Haller ait faite dans ses recherches sur les yeux des poissons, c'est celle d'une mucofité noire & opaque qui recouvre extérieurement la rétine, & se trouve par sa situation interposée entre la rétine & la choroïde. Cette couche opaque qui empêche les rayons

de lumière de parvenir jusqu'à la choroïde, ne permet pas de supposer, avec M. Mariotte, que cette tunique soit l'organe de la vision; elle attribue incontestablement cette noble fonction à la seule rétine, & décide sans retour une question qui partageoit depuis long-temps les Anatomistes.

Le corps vitré est extrêmement petit & très-plat dans les poissons; le nerf optique parcourt chez eux un espace considérable avant que d'y arriver; & c'est dans cet espace que se loge, entre les deux lames de la choroïde, un muscle nommé *ser à cheral*, & la lame vateculaire; malgré sa petitesse, il offre des objets intéressans & qu'on ne voit point dans les yeux des autres animaux: ces objets sont les vaisseaux antérieurs & postérieurs du corps vitré: mais avant de parler de ces vaisseaux, il est nécessaire de décrire une organisation particulière de l'œil des poissons.

Ces animaux n'ont point de couronne ciliaire: l'uvée est chez eux appliquée immédiatement sur le corps vitré, & le cristallin est comme chatonné dans son ouverture; mais il y a un organe singulier qui sert à affermir ce cristallin dans sa position, & cet organe varie dans les différentes espèces de poissons. Dans la carpe, le munier & la tanche, il part de la choroïde, à l'endroit où devoit être la couronne ciliaire, une bande dentelée à laquelle un prolongement de la rétine sert comme de doublure; cette bande s'attache postérieurement au cristallin, & reçoit un vaisseau sanguin considérable qui paroît aller directement à ce dernier; mais avant que d'y arriver, il jette, à gauche & à droite, des branches dans l'endroit de la jonction de l'uvée, du corps vitré & de la rétine, & forme en cet endroit un cercle parfait duquel il part une infinité de vaisseaux qui se rendent dans la membrane qui enveloppe le corps vitré, & se répandent en branches toujours de plus délicées en plus délicées, y forment, par leur union avec les vaisseaux postérieurs dont nous allons parler, le plus beau réseau qui se voie dans le corps animal.

Ces vaisseaux postérieurs, qui se joignent à ceux dont nous venons de parler, naissent du tronc central de la rétine, & s'appliquent.

s'appliquent , s'il est permis d'user de ce mot , au pôle du corps vitré , où ils se divisent en une infinité de rayons qui enveloppent la convexité du vitré , & vont , sous toutes sortes de directions , se joindre aux vaisseaux antérieurs que nous avons décrits , jusque dans le cercle vasculaire que ceux-ci forment à l'origine de l'uvée ; mais il ne paroît pas que ces vaisseaux entrent dans la substance même du corps vitré : du moins M. Haller n'a jamais pu les y apercevoir.

Dans la truite , le saumon , l'ombre-chevalier & la lotte , la structure de l'œil est à cet égard un peu différente ; le nerf optique , dans ces animaux , fait un chemin considérable dans l'œil avant que de s'épanouir pour former la rétine ; immédiatement avant cet épanouissement , il sort de ce nerf ou de ses enveloppes , deux vaisseaux recouverts d'une gaine noire ; ils sont accompagnés d'un nerf particulier qui entre dans l'œil à côté du nerf optique , ils forment un demi-cercle autour de la convexité postérieure de l'œil , & quand ils sont presque arrivés à l'uvée , il s'y joint de nouvelles membranes & de nouveaux vaisseaux ; & il se forme du tout une espèce de petite cloche mouchetée au dehors & blanche en dedans , dont la figure est comme parabolique , & qui se termine par une pointe de laquelle il part plusieurs filets qui vont s'attacher à la partie postérieure de la capsule du cristallin ; M. Haller y a vu plusieurs vaisseaux remplis de sang. Dans la truite & dans le saumon , le même tronc qui sort du nerf optique donne très-près de sa sortie une branche qui , après avoir rampé sur la convexité postérieure du corps vitré , forme près de l'uvée un cercle vasculaire presque semblable à celui que M. Haller a observé dans les poissons de la première classe. Il seroit certainement bien curieux de définir l'usage de cette cloche parabolique ; le nerf qui s'y rend , pourroit la faire regarder comme musculeuse ; mais M. Haller n'y a pu distinguer de fibres parallèles , & il aime mieux demeurer dans l'indécision sur ce point , que de hasarder une idée qui pourroit être dans la suite démentie par l'observation.

Le cristallin est plus grand à proportion dans les poissons

Hist. 1762.

G

qu'il ne l'est dans les autres animaux, il est composé de couches concentriques presque sphériques, &, comme ils n'ont point de chambre postérieure, le cristallin passe par la prunelle pour se montrer dans la chambre antérieure, les vaisseaux sanguins qui partent du cercle vasculaire, dont nous avons parlé, s'y rendent, & M. Haller les a suivis jusque dans la capsule qui l'enveloppe. Il est très-difficile d'observer la même organisation dans les autres animaux, cependant, quoique M. Haller n'ait pu la trouver que dans quelques-uns, il croit être fondé à présumer qu'elle existe dans tous, mais ce n'est encore qu'une conjecture, qui demande à être vérifiée.

La choroïde des poissons est bien différente de celle des quadrupèdes; elle est évidemment composée de deux membranes, dont l'une est argentée & commence à l'endroit même où le nerf optique entre dans l'œil; elle est fort lâche, très-foible & se déchire fort aisément, c'est elle qui forme l'iris ou la membrane antérieure de l'anneau pupillaire; elle est comme doublée d'une membrane noire fort épaisse dans le fond de l'œil, lâche & vasculaire, & couverte, du côté qu'elle regarde la rétine, d'une mucosité couleur de tabac qui s'attache à la rétine même; entre ces deux membranes, il se trouve dans les poissons une troisième tunique fine, mais aisée à démontrer, qui part des enveloppes du nerf optique & forme un entonnoir autour de la moitié postérieure de la membrane noire. M. Haller la nomme *vasculaire*, à cause d'une artère & d'une veine considérable qui s'y rendent, & qui après s'être divisées en deux branches, y forment une quantité prodigieuse de rameaux, qui s'étant divisés & subdivisés, vont se plonger dans l'organe que nous allons décrire.

Cet organe est une espèce de fer à cheval d'un rouge très-vif, plat & couvert d'une membrane luisante, il embrasse un peu moins que la circonférence de l'attache de la membrane vasculaire à la membrane noire, dans laquelle se trouve un sillon creusé pour le loger, mais presque sans aucune adhérence; si on le fait macérer dans l'eau de vie, on y

distingue des lignes parallèles composées de fibres droites & entremêlées d'un nombre infini de vaisseaux, cet organe existe dans tous les poissons que M. Haller a eu occasion de disséquer; c'est, selon lui, un véritable muscle dont la fonction est de rapprocher, en se contractant, le cristallin de la rétine, ce qui est absolument nécessaire aux poissons voraces, qui ont besoin d'apercevoir très-distinctement leur proie à des distances très-inégaux.

L'iris est, comme nous l'avons dit, dans les poissons formé par la membrane argentée de la choroïde qui recouvre l'uvée, celle-ci, chez eux, est brune entremêlée de vaisseaux rouges, qui n'ont pas paru à M. Haller avoir de direction marquée, la prunelle ne lui a pas paru souffrir d'augmentation ni de diminution, même lorsqu'il approchoit une bougie allumée très-près d'un poisson vivant, & à cette occasion, il rapporte un fait qui lui a paru mériter d'avoir place ici, quoiqu'il n'y soit point question des yeux des poissons.

Il disséquoit ceux d'un jeune chat noyé vingt-trois heures auparavant, ces yeux, comme ceux de tout animal mort, avoient la prunelle très-dilatée; comme le cristallin étoit opaque, il mit cet œil sur un fourneau médiocrement chaud, pour lui rendre la transparence, au bout d'une minute ou deux, il aperçut avec étonnement que la prunelle s'étoit absolument refermée, & qu'elle étoit dans le même état que celle d'un chat vivant exposé au grand jour, toutes les fibres de l'iris étoient tendues & visibles, on apercevoit jusqu'à cette espèce de polygone fibreux qui entoure la prunelle, & auquel ces fibres s'attachent; & cet état dura autant que la chaleur, à mesure qu'elle diminua, les fibres se raccourcirent, & l'iris se dilata; M. Haller observa seulement que la principale diminution de l'iris se fit dans l'espace qui est entre le polygone fibreux, dont nous avons parlé, & les bords proprement dits de la prunelle.

Un phénomène de cette espèce, méritoit bien d'être examiné par plusieurs expériences, mais M. Haller n'a pu y réussir, & il ne l'a jamais pu revoir, quelques tentatives qu'il

ait pu faire ; mais il en résulte toujours que l'agrandissement & la diminution de la prunelle peuvent s'opérer sans l'intervention de la volonté , & qu'ils pourroient ne point tenir à l'action musculaire.

Les observations de M. Haller sur la couronne ciliaire, que nous allons rapporter , n'ont pas plus de rapport aux poissons que la précédente : il s'agit d'y examiner si le corps ciliaire , dans les quadrupèdes & les oiseaux , est adhérent au cristallin , & sert à le retenir dans sa situation , ou s'il n'y a aucune adhérence. Cette question a extrêmement partagé les Anatomistes , les uns , avec M. Zinn , prétendent que le corps ciliaire n'a aucune adhérence avec le cristallin , & effectivement il arrive presque toujours qu'on l'en trouve détaché en disséquant les yeux de différentes espèces d'animaux ; cependant M. Haller n'a pas cru , malgré cette apparence , devoir se rendre à ce sentiment , il a fait réflexion que le cristallin ne paroît dans aucun animal , pouvoir avoir d'autre attache , & il a soupçonné qu'il pouvoit se faire que l'adhérence de l'un à l'autre se détruisit après la mort ; il a trouvé en effet , que dans les yeux du héron le corps ciliaire étoit adhérent au cristallin , au moyen d'une mucosité noire qui le colloie à la capsule , mais qui se dissolvoit entièrement dès qu'on laissoit les yeux macérer un peu trop long-temps , & en effet , dans les yeux où le cristallin est roulant , l'humeur aqueuse , si claire dans l'animal vivant , est de couleur de café , ce qui prouve la dissolution de la colle noire ; or , si dans le héron , quatre jours de macération peuvent opérer cet effet , ne peut-on pas présumer que quelques heures l'opèrent dans les autres animaux , du moins est-ce le sentiment qu'a cru devoir adopter M. Haller , jusqu'à ce qu'il ait pu obtenir sur ce sujet de nouvelles lumières.

La cornée transparente est fort plate dans la plupart des poissons ; quelques-uns cependant , comme la lotte , l'ont aussi convexe que l'homme : ils ont , en général , peu d'humeur aqueuse ; quelques-uns néanmoins , comme la lotte & le saumon , en sont assez bien pourvus ; mais elle est beaucoup

plus visqueuse que dans les animaux terrestres ; de même que l'humeur vitrée qui peut se soutenir, dépouillée de sa membrane : la cornée opaque ou sclérotique est chez eux très-épaisse & très-dure, elle forme dans le saumon un cartilage de plus d'une ligne d'épaisseur, vers l'entrée du nerf optique ; celle des oiseaux aquatiques participe à cette dureté.

Telles sont les observations que M. Haller a communiquées sur les yeux des poissons : elles offrent, comme on voit, des singularités bien remarquables, & un vaste champ de découvertes à faire ; mais, en même temps, elles font bien regretter que M. Haller, comme il s'en plaint lui-même, n'ait pas été à portée d'examiner les poissons de mer, plus variés, & souvent bien plus gros que ceux de rivière : c'est à ceux des Anatomistes qui auront cet avantage, à profiter de ses vues, & à remplir totalement cet objet.

OBSERVATION ANATOMIQUE.

UN maître de danse, de la ville de Toulouse, étoit sujet depuis long-temps à une difficulté de respirer ; il étoit oppressé & essoufflé après la moindre fatigue ; il toussait sans cracher beaucoup, & le peu qu'il crachait étoit très-visqueux.

Son mal augmenta pendant l'hiver de 1751, & dégénéra en fluxion de poitrine dont les symptômes furent violens, les crachats étoient rouillés, & il se plaignoit d'une douleur qu'il sentoît au milieu & à la partie supérieure du sternum. On le traita suivant la méthode ordinaire, & il fut saigné six fois. Vers le sixième jour de la maladie, l'oppression devint très forte, & dans une violente quinte de toux, de laquelle il fut presque suffoqué, il rendit, par l'expectoration, un corps ramifié, d'environ trois pouces de longueur. La sortie de ce corps ne fut précédée ni suivie d'aucune effusion de sang ; les crachats furent mêlés de pus pendant quelques jours, & le malade fut bientôt parfaitement rétabli.

Ce corps avoit, comme nous l'avons dit, trois poudes de longueur, depuis le commencement du tronc jusqu'à l'extrémité des ramifications, le tronc avoit six lignes de circonférence & autant de longueur, il se bifurquoit ensuite, & chacune des branches se divisoit & se subdivisoit en plusieurs rameaux, dont la grosseur diminueoit à mesure qu'ils s'éloignoient du tronc; la tige avoit une cavité sensible, mais qui ne fut pas suivie plus loin.

La figure & les dimensions de ce corps ne laissent aucun lieu de douter qu'il ait été formé dans l'intérieur des bronches, mais est-ce la paroi intérieure de ces mêmes bronches ou une concrétion pituiteuse moulée dans leur cavité?

On pourroit alléguer en faveur du premier sentiment, que le corps en question étoit creux, que les différentes concrétions qui se sont formées dans le poulmon, n'ont jamais rien offert de semblable, & qu'enfin les crachats purulens qui suivirent l'expulsion de ce corps, étoient une suite de l'érosion qui avoit séparé la paroi interne des bronches, de l'externe & des vésicules pulmonaires, d'autant plus que l'on a trouvé dans les poulmons d'un phthisique, des fragmens de la tunique des bronches qui nageoient dans la sanie.

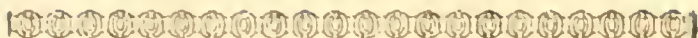
Malgré toutes ces présomptions, M. Marcorelle, de l'Académie royale des Sciences & Belles-lettres de Toulouse, & Correspondant de l'Académie, à qui ce fait fut communiqué, n'osa lui en faire part, & ce n'a été qu'après avoir examiné par lui-même un fait pareil, qui s'est passé sous ses yeux, qu'il s'est déterminé à donner la relation de l'un & de l'autre.

Au mois de Septembre 1762, une femme de Narbonne fut attaquée d'une fluxion de poitrine, & rendit un corps absolument pareil à celui qu'avoit rendu le maître à danser de Toulouse. M. Marcorelle l'examina scrupuleusement, avec M. Barthès Professeur en Médecine à Montpellier, & très-connu dans la république des Lettres; non-seulement ils vérifièrent la cavité de ce corps jusque dans les dernières ramifications, mais ils trouvèrent encore, à l'extrémité de ces ramifications, des vésicules soufflées & remplies d'air:

or on fait que les cellules pulmonaires adhèrent latéralement, & en forme de grappes, aux vaisseaux bronchiques.

Voilà donc dans ce second corps des preuves assez fortes d'organisation, & qui semblent le distinguer assez nettement d'une concrétion pituiteuse. Mais comment, dira-t-on, concevoir que l'érosion qui s'est faite ait pu détacher toute la paroi interne des bronches, & même quelques cellules pulmonaires, sans que la respiration ait été gênée, & en ait souffert un dommage notable par la suite? On cessera d'en être surpris, si on veut faire attention à l'extrême facilité avec laquelle les parties entamées de la poitrine se réunissent, & se cicatrisent. On a vu des gens guérir, après avoir essuyé des délabremens prodigieux par des suppurations qui avoient détruit une partie du poulmon, après même avoir rejeté, non-seulement des parties du poulmon, mais même encore des portions de vaisseaux sanguins, par l'expectoration. Il n'est donc pas étonnant que la paroi interne des bronches ait pu se reproduire, après en avoir été séparée de l'externe par l'érosion d'une liqueur âcre qui se sera fait jour entre deux; il a dû seulement s'établir une suppuration qui a pu fournir pendant quelques jours les crachats purulens que les malades ont rendu : la Nature a des ressources sûres pour réparer ses pertes, dès que la cause qui les occasionnoit est détruite. Mais, quelque vraisemblable que tout ceci paroisse, M. Marcorelle n'ose encore décider si les deux corps rendus par l'expectoration sont effectivement la paroi interne des bronches, il s'est contenté d'exposer le fait & les idées qu'il lui a fait naître, & l'Académie n'a pas cru mieux faire que d'imiter, en publiant cette observation, une si prudente retenue : ce fait au reste n'est pas absolument nouveau; on a des exemples de gens qui ont rendu de semblables corps par l'expectoration; mais il y en a peut-être peu qui en aient rendu de si considérables.





CHIMIE.

*SUR LA QUANTITÉ D'ARGENT
QUE RETIENNENT LES COUPELLES.*

V. les Mém.
P. 10.

L'ARGENT qu'on emploie, soit à la fabrication des Monnoies, soit à celle des autres ouvrages faits de ce métal, est toujours allié, c'est-à-dire mêlé d'une certaine quantité de cuivre, sans laquelle il n'auroit pas la dureté & la consistance nécessaires aux usages auxquels il est destiné; mais cette quantité d'alliage doit être, & est expressément fixée par la loi: elle n'est, pour la vaisselle, que la vingt-quatrième partie du poids total, & si l'argent contient une plus grande quantité de cuivre, on dit qu'il n'est pas *au titre*, & il n'est point admissible dans le commerce.

Pour parvenir à connoître la quantité de cuivre ou alliage que contient l'argent, on emploie ordinairement la coupelle; mais pour se faire une idée de cette opération, il ne sera peut-être pas inutile de rappeler au Lecteur les principes sur lesquels elle est fondée.

L'or & l'argent sont les seuls métaux qui puissent soutenir l'extrême violence du feu sans se décomposer: tous les autres n'y peuvent résister, & s'y réduisent en verre. Le plomb est de tous ces derniers celui qui se vitrifie le plus facilement; mais il a de plus la singulière propriété de communiquer cette facilité de se vitrifier, aux autres métaux avec lesquels il est mêlé, & de les entraîner avec lui à travers les pores du vaisseau qui le contient, qu'il pénètre en cet état avec une merveilleuse facilité.

Si donc on a un mélange d'argent & de quelqu'autre métal que ce puisse être, excepté l'or, voici la manière qu'on emploie pour les séparer: on met ce morceau d'argent
allié

allié avec une certaine quantité de plomb, dans un petit creuset extrêmement poreux, fait avec des cendres d'os brulés, bien lessivées pour en enlever tous les sels, & on place le tout dans un fourneau où on lui fait éprouver un très-grand feu; alors le tout étant fondu, le métal mêlé avec l'argent se vitrifie avec le plomb, passé à travers les pores de la coupelle, & l'argent reste seul en fusion dans ce vaisseau. Il est donc aisé, par cette opération, de connoître combien de métal étranger contenoit l'argent allié, puisqu'en le pesant après l'opération, on en trouvera le poids diminué de tout celui de ce métal qui s'en est séparé.

Toute la theorie chimique de cette opération est donc, comme on voit, fondée sur ce que le plomb, en se vitrifiant, entraîne avec lui, dans le même état de vitrification, le métal étranger & laisse pur l'argent qui ne se vitrifie pas, du moins au même degré de feu; mais que sera-ce si l'argent, sans être vitrifié, peut être en partie entraîné par le plomb? il est clair que la quantité, dont l'argent qu'on essaye diminue, sera augmentée, & qu'on jugera qu'il contenoit plus d'alliage qu'il n'en contenoit réellement.

C'est ce fait si intéressant que M. Tillet a voulu constater par des expériences décisives: il avoit soupçonné depuis quelque temps que les coupelles pouvoient absorber avec le plomb quelque portion de l'argent qu'on affinoit; mais pour s'en assurer, il exposa plusieurs de ces coupelles, qui étoient très-imbibées de litharge ou plomb vitrifié, à un feu de charbons assez vif, la flamme du charbon eut bientôt rendu au plomb le phlogistique qu'il avoit perdu & le fit reparoître sous la forme naturelle; alors M. Tillet mit ce bouton de plomb, qu'il avoit obtenu dans une coupelle neuve, & l'ayant poussé au feu, il donna une quantité d'argent qui excédoit de beaucoup celle qu'auroit donnée une pareille quantité de plomb qui n'auroit pas été employée aux essais, car il n'y a presque pas de plomb qui ne contienne plus ou moins de ce métal.

C'étoit beaucoup que d'être assuré de ce fait, mais ce n'étoit pas encore assez pour remplir les vues de M. Tillet; il falloit

connoître avec précision, combien les coupelles pouvoient retenir d'argent dans l'affinage, puisque cet argent fin, retenu par elles, diminueoit d'autant le poids du bouton qu'on essayoit.

Pour y parvenir, il a pris deux coupelles imbibées de litharge, qui avoient servi aux essais, & comme il connoissoit exactement le poids que pesoient ces coupelles avant qu'elles eussent servi, il pouvoit aisément juger, en les pesant, de la quantité de plomb qu'elles avoient absorbé, qui se trouva monter à quatre gros, c'est-à-dire, deux gros chacune. Après les avoir réduites en poudre, il les mit dans un creuset avec un flux composé de deux parties de tartre blanc & d'une partie de salpêtre raffiné, & ayant couvert ce creuset d'un autre creuset renversé, bien lutté les jointures & menagé au haut de celui qui servoit de couvercle, une ouverture pour laisser échapper les vapeurs du flux lorsqu'il détonneroit; il exposa le tout à un feu gradué, qu'il soutint à la plus grande violence pendant près d'une heure, l'opération finie, il en retira environ deux gros de plomb, qui, mis à la coupelle, fournirent deux grains & demi d'argent, poids siclif ou de semelle, tandis que deux gros de plomb, qui n'avoit point servi aux essais, traité au même feu & de la même manière, n'en fournirent qu'un quart de grain au même poids siclif; il étoit donc bien sûr que le plomb qui avoit servi aux essais avoit retenu un grain & trois quarts de l'argent qu'il avoit servi à purifier.

M. Tillet n'étoit cependant pas encore satisfait, il n'avoit retiré que deux gros de plomb, des quatre que ses deux coupelles avoient absorbé; il soupçonna que les deux autres gros pouvoient être dans les scories; en effet, les ayant bien lavées dans l'eau chaude pour dissoudre tout le flux, il trouva au fond du vaisseau un gros & douze grains de plomb, le reste ayant apparemment été dissipé dans l'opération; ce gros & douze grains de plomb passés à la coupelle donnèrent encore un grain & demi, poids siclif: c'étoit donc en tout quatre grains d'argent qui avoient été retenus par le plomb, & qui diminueoient d'autant le poids du bouton.

Il est donc certain que le plomb qu'on emploie aux essais,

retient une quantité sensible d'argent , & que les Essayeurs qui ignoroient cette propriété du plomb ont toujours fixé le titre au-dessous de ce qu'il étoit véritablement , l'ayant estimé par le déchet du bouton qu'ils attribuoient tout entier à la destruction du métal étranger, quoiqu'une partie de ce déchet fût dûe à la quantité d'argent que le plomb avoit retenu.

Il suit encore qu'on ne doit employer dans les essais que la quantité de plomb nécessaire , puisqu'en employant une plus grande quantité de ce métal, on augmente la portion d'argent qu'il retient, & qu'enfin , lorsqu'on veut fixer très-exactement le titre de l'argent, il faut revivifier le plomb absorbé par la coupelle, & le coupler ensuite pour en retirer l'argent qu'il contenoit, & qu'on joindra au bouton. M. Tillet croit qu'en prenant toutes ces précautions, & opérant avec attention, on aura de l'argent presque absolument pur, ou du moins aussi approchant de cette pureté qu'il est possible à l'art de l'obtenir.

Une dernière précaution qui n'est pas moins nécessaire que les précédentes, c'est de conduire le feu avec prudence: M. Tillet a observé qu'en surchauffant l'argent, ou en le tenant exposé trop long-temps à la violence du feu, il s'en sublime, pour ainsi dire, une partie, sans qu'on sache trop bien comment se fait cette sublimation.

Tout ce travail au reste n'est que le commencement d'un autre beaucoup plus étendu dans lequel la même matière doit être traitée avec encore plus d'attention qu'elle ne l'a été dans le Mémoire duquel nous venons de rendre compte: ce que nous avons dit de celui-ci est suffisant pour en faire sentir l'importance, & pour en faire désirer la continuation.

SUR

LES SALINES DE FRANCHE-COMTÉ.

LE travail de M. de Montigny, duquel nous avons à rendre compte, a été occasionné par les plaintes adressées au Roi & au Ministère, contre la mauvaise qualité des

V. les Mém.
p. 102.

sels de la Saline de Montmorot en Franche-comté. On y reprochoit à ce sel d'être pierreux & d'une âcreté corrosive, de communiquer aux matières qu'on en faisoit une amertume insupportable, de siler très-imparfaitement les fromages qui forment une branche considérable du commerce de cette province, de produire les mêmes inconveniens dans la salaison des viandes, & enfin d'être si pernicieux au bétail, qu'il lui occasionnoit des maladies & la mortalité des élèves, d'où résultoient nécessairement la rareté & la cherté du bétail dans la province.

Ces plaintes annonçoient des objets trop importans pour ne pas exciter l'attention du Ministère. M. de Trudaine, Intendant des Finances & Membre de cette Académie, qui se trouva chargé de cette affaire, en ayant conféré avec M. Bertin, alors Contrôleur général, M.^{rs} de Montigny & Hellot furent chargés d'examiner les sels & les eaux salées des salines de Salins & de Montmorot, dont on fit venir des échantillons à Paris : ces échantillons furent soumis aux opérations & à l'analyse chimique ; & voici le précis de ce qu'elles y firent reconnoître.

Toutes les eaux salées qu'on emploie à Salins ou à Montmorot, contiennent, outre le sel gemme ou marin, de la sclénite espèce de sel composé de l'acide vitriolique uni à une base terreuse, du sel de Glauber composé du même acide uni à la base du sel marin, des sels déliquesçens ou qui ne se cristallisent point, fournis par l'acide du sel marin engagé dans une base terreuse, une terre alcaline très-blanche qu'on sépare du sel gemme, en le tenant long-temps en fusion dans un creuset, une espèce de glaise très-fine & quelques parties grasses & bitumineuses ayant une forte odeur d'huile de Pétrole. Presque toutes ces eaux contiennent encore une assez grande quantité de gypse ou matière plâtreuse, & toutes, sans exception, contiennent un principe alkali surabondant qui leur donne la propriété de verdier le sirop violet, & de rétablir la teinture de tournesol rougie par les acides, ce qui n'arriveroit certainement pas, si tout ce qu'elles con-

tiennent d'alcali étoit joint aux acides vitriolique & marin qui s'y rencontrent ; elles contiennent encore une terre alkaline qui , étant dissoute par les acides , passë à travers tous les filtres , & agit comme terre absorbante en décomposant le vitriol , lorsqu'on en mêle la solution avec les eaux salées , ce qui prouve évidemment que ces eaux ne contiennent aucun vitriol en nature , puisqu'il seroit infailliblement décomposé par cette terre avec laquelle l'acide vitriolique a bien plus d'affinité qu'avec la base métallique.

Tous les sels de Salins se trouvent mêlés de toutes ces différentes matières , sur-tout le sel qu'on met en pains & dont on fait grand usage dans tout le pays ; à l'égard de la saline de Montmorot , le sel à gros grains qui est produit par une évaporation lente , est très-pur ; mais celui qui est formé par une évaporation rapide & telle que l'eau qui le contient est toujours bouillante , contient un mélange de ces mêmes matières ; c'étoit avec ce sel qu'on formoit les sels en pains , & on croyoit leur donner plus de corps en les imbibant des eaux grasses qui restent après qu'on en a tiré le sel , & qui contiennent tout ce qui n'a pu entrer dans la composition du sel ; ces pains se trouvoient beaucoup plus chargés de matières étrangères que les sels en petits grains , & produisoient encore de plus mauvais effets.

Indépendamment de l'alcali surabondant & des autres matières étrangères , les pains de sel étoient encore sujets à un autre défaut ; on avoit coutume de les dessécher en les laissant un temps assez long sur des lits de braise allumée ; mais il arrivoit presque toujours que le contact immédiat d'un feu assez vif décomposoit le sel de la base de ces pains , & en enlevoit l'acide ; aussi M. de Montigny s'aperçut-il depuis en entrant dans le lieu de ce travail , d'une très-forte odeur d'esprit de sel , & que cette vapeur teignoit en rouge le papier bleu ; le bas des pains est donc en partie décomposé , & laisse à nu la base du sel , c'est-à-dire une espèce de sel de soude très-âcre ; les habitans qui achetoient ces pains de sel étoient obligés de couper tout ce dessous avec une scie & de le jeter.

Telles furent les observations que le premier coup d'œil offrit à M. de Montigny, lorsqu'après avoir scrupuleusement examiné avec M. Hellot les sels & les eaux qu'on avoit fait venir à Paris, il eut été envoyé sur le lieu pour y continuer ses opérations, il ne se contenta pas de cette première recherche, il examina avec le plus grand soin les eaux qu'on tiroit des sources salées, les différentes opérations par lesquelles on en tiroit le sel, les sels même tant en gros grain qu'en petit grain, les sels en pain, les différentes eaux qui restoient des muïres ou eaux salées qu'on évapore pour en tirer le sel, & les différentes écumes qui s'en séparent dans le temps de l'ébullition.

Non content de cet examen, M. de Montigny voulut s'assurer par lui-même de l'effet de ces sels & des défauts qu'on leur reprochoit ; pour cela, il parcourut les pays que fournissent ces salines, & sur-tout les montagnes dans lesquelles se fait le plus grand nombre de fromages & de salaisons ; objet de la plus grande importance pour le commerce de la Franche-comte, & voici les connoissances qu'il y recueillit.

Les fromages salés avec le sel en pains, contractoient vers la superficie un mauvais goût & un peu d'amertume, tandis que le milieu ne se faisoit que peu ou point du tout ; les salaisons de viandes ne réussissoient pas mieux, ces matières mêlées avec le sel étant incapables de les préserver de la corruption, & leur communiquant un très-mauvais goût ; enfin il étoit à craindre que ce sel ainsi vicié ne nuisit à la longue à la santé des habitans, qui en font un usage continu.

C'étoit à tous ces inconvéniens qu'il étoit question de remédier ; & M. de Montigny eut bientôt trouvé dans la nature même du mal des moyens également sûrs & faciles de s'en garantir ; mais avant que de les exposer, il ne sera peut-être pas inutile de remettre sous les yeux du Lecteur la nature & la formation des sels neutres.

Tout sel, du genre de ceux qu'on appelle *neutres*, est essentiellement composé d'un acide & d'une base ; cette base peut

être un alkali fixe ou volatil, une terre absorbante, une matière pierreuse, ou enfin une matière métallique.

Aucun de ces sels ne peut être regardé comme véritablement neutre, que lorsque la portion d'acide qu'il contient est absorbée & retenue par une quantité suffisante d'alkali ou des matières qui en tiennent lieu; s'il y a une portion d'acide non liée à cette base, le sel donnera des marques d'acidité, il rougira, par exemple, la teinture de tournesol; & si au contraire il y a de l'alkali non occupé par l'acide, il verdra la teinture de violette; mais si la dose de l'un & de l'autre sont justes, il ne fera ni l'un ni l'autre de ces effets.

Le sel marin est composé d'un acide auquel il a donné son nom, & d'un alkali à peu-près semblable au sel de soude qui lui sert de base; il doit, pour être le plus parfait qu'il se puisse, ne contenir que ces deux seules substances & les contenir en telle proportion, qu'il n'y ait aucune portion de l'acide qui ne soit liée à une portion d'alkali, ni aucune portion d'alkali qui ne soit occupée par une portion d'acide; sans cette dernière condition, l'acide demeuré libre, seroit capable de faire beaucoup de mal, en agissant de toute sa puissance sur les corps auxquels il se trouveroit appliqué, & l'alkali oisif communiquerait au sel une âcreté désagréable & lui donneroit une causticité qu'il ne doit point avoir.

Le premier pas à faire pour perfectionner les sels de Franchecomté étoit donc d'enlever à ces sels la surabondance d'alkali, qui leur communiquoit une mauvaise qualité; pour cela, il ne faut que mêler avec la liqueur qui les contient, de l'acide, du vinaigre ou du petit lait aigri; pour lors les différens sels qui s'y rencontrent, n'étant plus embarrassés par cet alkali surabondant, se présentent successivement en cristaux réguliers & sans être mêlés les uns avec les autres, & c'est, pour le dire en passant, le moyen qu'emploient les Hollandois pour raffiner le sel de mer qu'ils tirent de France, & pour rendre leurs salaisons aussi parfaites qu'elles le sont.

Le gypse & les sélénites, ne pouvant être tenus en disso-

lution que dans une grande quantité d'eau, reparaissent en forme solide & concreate long-temps avant que l'évaporation soit assez avancée pour occasionner la cristallisation du sel, & comme elles deviennent alors plus pesantes qu'un pareil volume d'eau, elles se précipitent au fond; mais la violence de l'ébullition les chassant du milieu de la poêle, elles retombent tout autour & sont reçues dans des bassins portatifs de tôle à longue queue, qu'on place au fond de la liqueur tout autour de la poêle, & qu'on enlève dès qu'on voit paroître à la surface les premiers cristaux de sel marin. Ces bassins n'étoient pas, à beaucoup près, en assez grand nombre, M. de Montigny en a plus que doublé le nombre, & les a vu sortir de la poêle presque remplis de ce mélange de gypse & de sclénite, que les ouvriers appellent *schelot*, & par-là il a presque entièrement séparé cette matière étrangère qui ne pouvoit que nuire.

Puisque la forte ébullition est nécessaire pour la séparation du *schelot*, il s'ensuit que tous les vaisseaux dans lesquels on fera l'évaporation de l'eau qui le contient, sans leur faire éprouver un degré de chaleur assez fort, n'opèreront point cette séparation, & que cette mauvaise matière y demeurera jointe au sel dans la cristallisation; c'est précisément ce qui arrivoit dans les poêlons de Salins: ces poêlons étoient de petites poêles, tenant environ le tiers des poêles ordinaires, & qu'on avoit placées à la suite des grandes pour profiter de la chaleur qui se perdoit auparavant dans ces endroits; mais comme le degré de feu qu'ils y éprouvoient n'étoit pas, à beaucoup près, suffisant pour la séparation du *schelot*, elle ne s'y opéroit point & le sel en restoit imbué. M. de Montigny les a fait absolument supprimer & a trouvé moyen d'employer plus utilement cet excédant de chaleur, comme nous le verrons dans un moment.

Les eaux grasses qui restent après la cuite, & dont on se servoit pour humecter le sel qu'on vouloit mettre en pains, méritoient bien un examen particulier, elles contiennent du sel de Glauber, du sel d'Epsom, autres par le m lunge de
beaucoup

beaucoup de gypse , & quand on en a séparé ces sels , il n'y reste plus qu'une très-grande quantité de sel marin à base terreuse déliquescant , & plusieurs matières grasses , végétales & minérales , c'est-à-dire , qu'elles sont chargées de tous les principes qui doivent être soigneusement exclus du bon sel ; ce défaut est commun aux eaux grasses de Salins & de Montmorot : mais ces dernières en ont encore un autre qui leur est particulier ; comme le degré de salure des sources est faible , pour éviter les frais d'une trop longue évaporation au feu , on ne les met dans les poêles qu'après qu'elles ont passé & repassé plusieurs fois à travers des rangées de fagots d'épines , exposées les unes au-dessus des autres , & que , par ce moyen , l'action de l'air a emporté une bonne partie de l'eau superflue : or , il arrive nécessairement que ce passage réitéré charge l'eau d'une forte teinture , qu'elle tire de ces épines , sur-tout lorsqu'elles sont neuves , ce qui , joint aux malpropretés que la négligence des ouvriers laisse dans les auges & les conduits de bois par lesquels elle passe dans cette opération , tache le sel & lui donne une odeur de pissât de chat insupportable , lorsque l'action du feu nécessaire pour sécher les pains de sel a développé toutes ces matières étrangères & y a joint l'esprit de sel qu'elle enlève aux pains.

Pour éviter ces inconvéniens , M. de Montigny a totalement supprimé l'emploi des eaux grasses , & il a fait former les pains en humectant le sel avec de l'eau douce pure , mais qui doit être employée assez chaude , si on veut qu'elle puisse enlever le sel d'Ebsom avec l'espèce de teinture que les épines ont donnée au sel ; par ce moyen si simple les pains se sont formés sans aucun mélange de matière étrangère , purs , solides , propres à soutenir le transport & à être employés à tous les usages auxquels ils sont destinés.

Il est cependant bon de remarquer que , pour que le sel en pains soit pur comme nous venons de le dire , il est absolument nécessaire que le sel en grains dont on le compose le soit aussi. Or c'est ce qui ne se trouvoit nullement dans le sel à petits grains de Montmorot qu'on employoit à

cet usage; ces sels sortoient de la muire, enduits de sel de Glauber, de sel d'Eblom, & de toutes les matières étrangères qui étoient contenues dans l'eau; & comme on les portoit au sortir de la poêle dans des magasins secs & exposés à l'action de l'air extérieur, il arrivoit, & sur-tout en hiver, que ces sels étrangers qui se cristallisoient au froid, se durcissoient très-promptement, & qu'il ne couloit presque rien dans les réservoirs destinés à recevoir leur dissolution.

Il fallut donc reformer ces magasins, & y entretenir toujours une chaleur humide; alors le sel de Glauber & celui d'Eblom plus aisés à fondre que le sel marin, se séparèrent aisément de ce dernier, coulèrent dans les réservoirs, le sel marin resta pur, ou s'il y étoit resté quelqu'atome de sel étranger, il fut entraîné par l'eau douce chaude que M. de Montigny employoit à former les pains.

Le dernier inconvénient que M. de Montigny avoit à parer, étoit la décomposition du sel opérée par la bruiée sur laquelle on s'échoit les pains. Pour y remédier, il imagina de les faire sécher dans des étuves où on fut maître de la chaleur, & d'employer à cette opération la chaleur superflue des fourneaux d'évaporation.

Pour cela, il fit ouvrir dans le terrain de la *berne* ou laboratoire, une longue tranchée aboutissant d'un côté au fourneau qu'il avoit fait percer en cet endroit, & de l'autre à une cheminée élevée contre le mur; les côtés de cette tranchée furent revêtus d'un mur de brique, dans lequel on avoit observé une retraite sur laquelle il fit placer des plaques de tôle; & le dessus ayant été garni de couvercles de bois qui se pouvoient hausser ou baisser à volonté, la capacité du fossé se trouva partagée entre deux cavités dont l'intérieure étoit une espèce de cheminée horizontale qui recevoit plus ou moins de la chaleur du fourneau au moyen d'une pelle mobile de tôle qui en fermoit l'embouchure au point qu'on vouloit; & dont la partie supérieure étoit une longue étuve très-propre à sécher les pains de sel presque également dans toute son étendue, & sans courir le risque de les décomposer

sensiblement, nous disons sensiblement, parce qu'il est impossible que quelqu'attention qu'on apporte, il n'y ait pas toujours quelque petite partie de l'acide enlevée, & par conséquent un peu de sel décomposé; mais cet inconvénient est réduit à si peu de chose dans les étuves de M. de Montigny, qu'on le peut regarder comme physiquement nul.

Pour empêcher l'adhérence des pains de sel aux plaques, il ne faut que mettre sur celles-ci un lit de cendres de huit à dix lignes d'épaisseur : cette cendre empêche que les pains ne s'attachent aux plaques, & s'attache si peu elle-même au sel, que le moindre frottement est capable de l'enlever; & les étuves proposées par M. de Montigny ont eu l'avantage de porter la perfection des pains de sel aussi loin qu'elle puisse aller en épargnant les frais considérables des braises qui se consumoient pour cette opération. Nous disons aussi loin quelle puisse aller, car il ne pense pas qu'on puisse jamais rendre le sel en pains, formé de sel à menu grain, fait à l'eau bouillante, aussi pur que le sel à gros grain de Montmorot dont il seroit à souhaiter que l'usage fût par-tout substitué à celui du sel en pains.

Quoi qu'il en soit, les pratiques proposées par M. de Montigny ont eu tout le succès qu'on en pouvoit attendre, & ont été absolument adoptées à Montmorot; on n'y fait plus que des pains de sel formés de sel suffisamment égoutté, pétri à l'eau douce crude & séché à l'étuve, & la différence de ces pains avec ceux qu'on y faisoit précédemment a été si frappante que M. de Montigny en a recueilli lui-même le fruit par les marques les plus flatteuses & les moins équivoques de la satisfaction du peuple, qu'il reçut, en parcourant les mêmes montagnes où il avoit observé, en commençant ses recherches, les mauvais effets du sel mal travaillé. Il est à présumer que ces mêmes procédés si utiles, & nous osons le dire, si nécessaires seront adoptés à Salins, de même qu'à Montmorot, pourvu cependant que des intérêts particuliers & l'attachement qu'on n'a que trop souvent pour des abus consacrés en quelque sorte par une longue habitude, ne s'y

opposent point ; mais quoi qu'il en puisse arriver , on devra toujours à M. de Montigny d'avoir travaillé efficacement à remédier aux inconvéniens causés par la mauvaise fabrique des sels , & de les avoir presque entièrement bannis par des procéd. s également sûrs & faciles. Les Arts ne pourront jamais que gagner à être éclairés par les regards de ceux qui sont à portée d'en connoître la pratique & d'y joindre la théorie , & assez zélés pour n'épargner ni leurs soins , ni leurs peines , lorsqu'il s'agit de contribuer au bien public , & à l'avantage de la société.



BOTANIQUE.

SUR LE

CARACTÈRE GÉNÉRIQUE DE LA PLANTE

APPELÉE MARSILEA.

LA variété qui règne dans les ouvrages de la Nature, V. les Mém. même dans ceux qui paroissent être le plus faits sur P. 543. le même plan, embarrasse souvent les Botanistes, lorsqu'ils étoient de déterminer le genre auquel certaines Plantes doivent être rapportées.

De ce nombre est la plante appelée *Marsilea*, sur le caractère générique de laquelle les Botanistes ont considérablement varié, il ne faut pas même trop s'en étonner. Les caractères distinctifs du genre d'une plante se tirent de la fleur ou de ses étamines, & la *Marsilea* ne semble offrir aux yeux aucune de ces parties. Les Botanistes savent que plusieurs plantes qui paroissent être dans le même cas ont cependant leurs fleurs & toutes les parties nécessaires à la fécondation de leurs graines, mais qu'elles les ont cachées dans une espèce de boîte ou d'enveloppe. La figue est, comme on sait, moins un fruit qu'une enveloppe qui contient les fleurs & ensuite les graines du figuier, & parmi les plantes aquatiques, le *Lemma*^a & la pillulaire^b, décrites par M. de Jussieu, peuvent en fournir des exemples; mais quoique la *marsilea* soit, comme ces dernières, une plante aquatique, & qu'elle ait comme elles des espèces de coques capables de contenir les organes de la fécondation, elle en diffère assez d'ailleurs pour que les sentimens aient été partagés sur le genre de cette plante, l'ouverture des coques dont nous venons de parler, semble même donner lieu à cette incertitude; on ne trouve pas dans toutes les mêmes corps,

^a Voy. les Mém.
1740, page
263.
^b Idem. 1739,
p. 210.

& cette différence a donné lieu de croire que ces coques ne renfermoient pas , comme celles du *Lemma* , les organes de la génération , qui doivent être par-tout constamment les mêmes , on les a donc cherchés dans d'autres parties de la plante & sur-tout dans les feuilles.

Celles de cette plante ne sont presque qu'un composé de vésicules à quatre , cinq ou six pans , il part de ceux de ces pans , qui forment la surface inférieure de la feuille , un filet roussâtre , & par la position de la plante , qui nage toujours sur la surface de l'eau , ce filet y est nécessairement plongé ; d'autres poils plus courts naissent de la surface supérieure. Ce sont ces derniers que Micheli , & après lui M. Linnaeus , ont regardé comme les véritables étamines de la plante destinées à féconder les graines contenues dans les coques ; selon eux , la *marflea* est une plante dont les fleurs n'ont pas de pétales ou feuilles , mais seulement une étamine tournée en spirale , & ces fleurs sont communément portées quatre à quatre sur le sommet de petites verrues , dont le dessus de ces feuilles est comme chagriné.

M. Linnaeus adopte à peu-près le même système , auquel il fait cependant divers changemens , il regarde , par exemple , les mamelons des feuilles comme les véritables étamines , dont les poils que Micheli prend pour des étamines , ne sont que les anthères ou sommités ; il veut que le péricarpe ou enveloppe des embryons dans la coque , soit à quatre loges , au lieu que Micheli ne lui en donne qu'une.

Les Observations de M. Guettard lèvent ces difficultés , ni l'un ni l'autre n'ont reconnu le véritable organe de la génération de cette plante ; il pense que M. Linnaeus pourroit bien n'avoir vu que des coques sèches , ou du moins après que les étamines ont cessé d'y exister , il aura pris les intervalles entre les cloisons & les loges qu'ils forment , pour la place qu'avoient occupée les graines , ou bien il aura pu prendre les étamines mêmes pour des semences , & voici , selon M. Guettard , la manière dont on peut présumer que se fait la fécondation dans la *marflea*.

Les véritables organes de la génération de cette plante , sont , comme ceux du *lemma* & de la pillulaire , contenus dans les coques qui naissent de l'origine de chaque conjugaison de feuilles , mais avec cette différence que dans le *lemma* & la pillulaire , chaque coque contient des étamines & des pistils , au lieu que dans la *marfilea* , de huit à neuf coques qui naissent à chaque assemblage de feuilles , une seule renferme les pistils & les embryons , tandis que toutes les autres ne contiennent que des étamines ; il résulte de cet arrangement , que la fécondation ne peut s'opérer sans que les coques s'ouvrent , & il naît de cette circonstance une objection que M. Guettard ne se dissimule pas. Les coques sont absolument plongées dans l'eau , comment donc supposer que la poussière des étamines puisse sortir des coques pour passer dans celle qui contient les embryons sans être absorbée par l'eau , & quand même on supposeroit que les étamines donnaient , au lieu de poussière , une liqueur , ne se mêleroit-elle pas infailliblement avec l'eau dans laquelle les coques sont plongées avant que d'avoir pu parvenir à la coque qui contient les embryons ?

Quelque sorte que puisse paroître cette objection , M. Guettard ne la croit cependant pas sans réplique : l'eau n'est point , selon lui , un obstacle à la fécondation des graines de la *marfilea*. M. de Jussieu a observé que la poussière des étamines du *lemma* s'ouvroit dans l'eau & y formoit un petit nuage facile à distinguer , cette liqueur séminale est donc une liqueur visqueuse & qui se mêle difficilement avec l'eau , l'analogie qui se trouve entre le *lemma* & la *marfilea* , porte à croire que les poussières de cette dernière sont de même nature ; elle peut donc se conserver dans l'eau assez long-temps pour qu'elle pénètre les coques qui contiennent les embryons , & quand même on supposeroit qu'une partie de cette liqueur fût dissoute par l'eau , il y a tant de coques à étamines autour d'une seule coque à pistil , qu'il seroit bien difficile qu'il ne se trouvât assez de liqueur séminale pour féconder ses embryons : la Nature semble avoir eu ces inconvénients en vue , lorsqu'elle a.

entouré chaque coque à pistils d'un si grand nombre de coques à étamines.

Il pourroit d'ailleurs arriver que la fécondation des graines de la *marfilca* ne se fit que lorsque l'eau, en se retirant ou en s'évaporant, l'a laissée à sec; alors toutes les difficultés seroient levées, & cette fécondation se feroit comme celle des plantes terrestres, cette idée même est d'autant plus vraisemblable, que M. Guettard a conservé long-temps dans l'eau des pieds de *marfilca*, sans que les coques se soient ouvertes, tandis que celles de quelques autres pieds, qui avoient été abandonnés par l'eau dans laquelle ils étoient, se sont toutes ouvertes.

Il ne reste donc presque aucun doute que les coques de la *marfilca* ne contiennent les parties de la génération, & en ce point elle a une ressemblance bien marquée avec le *lemma* & la pillulaire; mais elle en diffère en plusieurs points; ses semences ont un péricarpe ou enveloppe particulière, & celles du *lemma* n'en ont point, les étamines ont un pédicule commun, & celles du *lemma* sont attachées aux cloisons qui divisent intérieurement les coques, les sommets sont alongés dans le *lemma*, & arrondis dans la *marfilca*, les pistils du *lemma* sont entourés d'une membrane, ceux de la *marfilca* n'en ont point, les coques du *lemma* sont simples, & celles de la *marfilca* sont doubles; mais la plus marquée de toutes les différences qui se trouvent entre les deux plantes, est que dans le *lemma* les fleurs mâles & les fleurs femelles sont renfermées dans une même coque, au lieu que dans la *marfilca* elles sont renfermées dans des coques différentes.

La *marfilca* ne peut donc être comprise sous le même genre que le *lemma*, elle en diffère par trop de points essentiels, & elle constitue un genre particulier très-voisin de celui de ces plantes, mais qui cependant n'est pas le même; elle est parmi les plantes aquatiques dont les fleurs sont enfermées dans des coques, ce que le chanvre, le maïs & quelques autres plantes sont parmi les autres plantes terrestres. M. Guettard ne connoît encore que la *marfilca* qui soit de ce

ce genre ; mais peut-être se trouvera-t-il d'autres espèces qui lui appartiendront.

Cette plante est connue des Botanistes sous différens noms : Jean Bauhin la nomme *lens palustris Patavina* ou la lentille d'eau de Padoue ; Gaspard Bauhin & Magnol lui donnent le nom de *lenticula palustris reticulata punctata* ou lentille d'eau dont les feuilles sont à réseau & marquées de points : Casparin lui donne le nom de *Stratiotes* * ou soldat. On ne fait trop pourquoi, à moins qu'il ne l'ait confondue avec quelque autre plante connue des Anciens sous ce nom ; Micheli la nomme *salvinia* du nom d'un Patricien Florentin, auquel il vouloit apparemment faire la cour ; mais M. Linnaeus a pensé que ayant une plante à nommer, il étoit plus à propos d'en faire un monument à la gloire d'un des plus illustres Botanistes du siècle passé, qu'à celle de tout autre, & il l'a nommée *marfilica*, du nom du célèbre comte Marfigli, autrefois Membre de cette Académie, & l'un des hommes, peut-être, auxquels les Sciences en général, & en particulier la Botanique soient les plus redevables. M. Gnetard étoit trop attaché à l'Académie & aux Sciences qui sont l'objet de ses travaux, pour ne pas adopter ce nom & la façon de penser de M. Linnaeus, & il a en effet conservé à cette plante singulière le nom de *marfilica* que ce célèbre Botaniste lui avoit donné.

* *Stratiotes*
marfilica

OBSERVATIONS BOTANIKUES.

I.

M. MONTET, de la Société Royale des Sciences de Montpellier, remarqua, dans un voyage qu'il fit sur les montagnes de l'Esperou & de l'Algoual, que tous les champignons de l'espèce de ceux qu'on nomme *fungus maximus pedis equini speciei*, qui croissent sur les hêtres dont ces montagnes sont remplies, naissent principalement sur les troncs de ces arbres qu'on a coupés, & que les Bucherons

Hist. 1762.

K

laissent de quatre ou cinq pieds de hauteur ; il observa aussi qu'ils ne croissoient que sur ceux de ces troncs qui commençoient à pourrir, & que s'il se trouvoit quelques-uns de ces champignons sur des arbres entiers & vivans, ce n'étoit jamais que sur quelque partie de l'arbre déjà morte ; les habitans de l'Esperou l'ont assuré, qu'avant d'apercevoir ces champignons sur les troncs d'arbres morts, on en voyoit decouler beaucoup d'eau ; la partie interne de ces *fungus* sert à faire de l'amadou, on l'emploie aussi à préparer cette matière qui arrête le sang selon la découverte de M. Broffard ; mais il n'est pas vrai qu'il n'y ait que ceux de ces champignons qui croissent sur le chêne qu'on puisse employer à ce dernier usage. M. Montet a employé avec succès des *fungus* crus sur le hêtre, peut-être ceux qui croissent sur les autres bois y sont-ils également propres. Nouvelle facilité de préparer cet utile remède, on peut encore, si les uns & les autres manquoient, employer la poudre contenue dans le *lycopenden* ou velle de loup qui, suivant les observations de M. la Fosse, vérifiées en présence des Commissaires de l'Académie, produit à peu près le même effet. M. Montet observe que, puisque ces *fungus* ne croissent que sur la partie morte de l'arbre, on peut en inférer avec assez de vraisemblance que s'ils ne sont pas entièrement le produit de la putréfaction, au moins concourt elle pour quelque chose à leur production. On en trouve d'une grosseur extraordinaire, & qui surpassent celle du plus gros cheval de frise, ils sont fort adhérens au tronc de l'arbre, & on a peine à les en détacher.

I I.

Le même M. Montet se trouvant, pendant les vacances de 1762, dans un endroit appelé *Beaulieu* près du Vigan, au diocèse d'Alais remarqua que sur un assez grand nombre d'arpens de terre tous plantés de mûriers depuis 10 jusqu'à 25 ans, il y en avoit plusieurs des plus grands à demi morts, d'autres fort pâles & fort éloignés de leur couleur ordinaire, & que ces arbres malades se trouvoient sur la même ligne ;

il s'informa de ceux du canton d'où venoit cet accident , & il apprit qu'il n'étoit que trop ordinaire , non-seulement à Beulieu , mais encore dans les Paroisses voisines comme le Vigan , Aulas , Saint-André , où on élève quantité de vers-à-soie ; & que les habitans se plaignoient que , lorsque dans une pièce de terre plantée de mûriers de l'âge de ceux dont nous venons de parler , il y en avoit quelqu'un qui mouroit , tous les autres périssoient successivement : cette maladie épidémique des mûriers commence ordinairement par la cime , & voici ce qu'on a observé.

Au temps de la sève on commence à voir découler du collet d'une grosse branche beaucoup d'eau qui noircit toute l'écorce où elle touche ; dès qu'on voit couler cette eau en abondance , on juge l'arbre perdu , & quelque soin qu'on ait de couper la branche d'où l'eau découle , l'arbre périt par parties dans un certain espace de temps ; on remarque même que si l'on coupe toutes les grosses branches , l'arbre pousse l'année suivante de forts rejetons , mais qui périssent au bout de l'année , & il arrive très-souvent que cette maladie se communique successivement dans l'espace de quelques années aux autres mûriers de la même plantation.

Une circonstance que les habitans de ce canton ont fait observer à M. Montet , pourroit peut-être donner quelques lumières sur la cause de cette épidémie , lorsqu'on arrache des mûriers de quinze à vingt années & absolument morts , pour les remplacer par de jeunes arbres de la même espèce , si on néglige d'enlever jusqu'aux plus petits fragmens des racines du mûrier mort , celui qu'on met en sa place ne pousse que lentement , réussit mal & se rabougrit ; aussi ces arbres ne viennent-ils jamais mieux que dans les terrains où il n'y en a jamais eu : la pourriture des racines mortes porte donc une espèce de contagion aux racines vivantes , du moins dans toute cette partie des Sévennes ; mais comme cet effet pourroit aussi dépendre du terrain de ces cantons , M. Montet n'a pas oublié de l'examiner , & il a trouvé que ce terrain n'étoit presque par-tout composé que d'une légère couche de

terre s'élevante au dessus de laquelle on trouvoit ce qu'on appelle en langage du pays, *assras* ; ce cistras qui est plus ou moins dur s'émie toujours assez facilement sous les coups d'un pic de fer ; il est composé de mica & d'un quartz qui est une espèce de granit mol dont tout ce canton abonde ; il s'y en trouve aussi de très-dur, aussi beau que celui d'Égypte, & qui est susceptible du plus beau poli, nouvelle source de cette matière qu'on a cru si long-temps propre à l'Égypte, & dont le Royaume se trouve peut-être aussi abondamment pourvu qu'elle l'aît jamais été, cette découverte est un fruit innumérable des observations de M. Montet.

CETTE année parut un ouvrage de M. du Hamel, intitulé *Elémens d'Agriculture* ; deux Volumes in-12, Paris, chez Guerin.

L'art de l'Agriculture est vraisemblablement le plus ancien des Arts ; les productions de la terre, destinées par l'Auteur de la Nature, à nourrir les hommes & les animaux, & à leur procurer tous leurs besoins & toutes leurs commodités, devaient être regardées comme les véritables richesses ; les métaux, les monnoies, & tout ce que la facilité du commerce a fait inventer en ce genre n'en sont que les signes ; mais ces véritables richesses sont le fruit du travail, elles ne nous sont accordées qu'à ce prix, dès que ce travail se relâche ou s'exerce mal dans un État, quelque avantages qu'il puisse avoir d'ailleurs, il ne peut manquer de s'affoiblir ; la culture des terres, celle des arts, & le Commerce, qui en est la suite nécessaire, sont, pour ainsi dire, les nerfs qui lui donneront de la force, en augmenteront infailliblement la puissance & qui procureront l'aisance aux Citoyens.

Toutes ces considérations avoient porté depuis long-temps M. du Hamel à tourner ses vues plutôt du côté de la culture des plantes, que de celui de la nomenclature, & à faire sur ce sujet un nombre infini d'expériences & de recherches, dont plusieurs ont été publiées dans les Mémoires de l'Académie, il avoit même publié à part la culture de la garance,

& tout ce qui concernoit la méthode de cultiver les terres, proposée par M. Tull; mais malgré l'utilité de tous ces morceaux détachés & d'une infinité d'autres, publiés par différens auteurs, il manquoit aux agriculteurs & à ceux qui avoient envie de le devenir, ou du moins de se mettre à portée de veiller à l'amélioration de leurs héritages, un livre qui pût leur indiquer les principes généraux sur lesquels ils devoient se régler, & qui, en leur enseignant les différentes manières d'opérer, usitées dans les différens endroits, les mit en état de choisir celles qui pouvoient leur être utiles, & de s'affranchir du joug de la tyrannie, du préjugé & de la routine. C'est sur ce plan qu'a travaillé M. du Hamel, dans l'ouvrage dont nous allons essayer de donner une idée.

Les principes généraux de la Botanique sur la structure des plantes & sur l'économie végétale, ne sont pas bornés aux seules plantes curieuses, ils s'appliquent également aux plantes champêtres, & il seroit aussi ridicule d'entreprendre un Traité d'Agriculture sans ces connoissances préliminaires, que de vouloir enseigner la Médecine sans donner des notions d'Anatomie & d'Économie animale; c'est aussi à présenter au Lecteur ces principes si nécessaires, qu'est destiné le premier livre de l'Ouvrage de M. du Hamel.

La première division des plantes est en vivaces ou annuelles, & sous ce dernier titre, sont contenues non-seulement celles qui ne vivent qu'un an ou moins d'un an, mais encore celles qui ont une plus longue durée, comme les navets, les carottes, les scorfonères, qui durent, à la vérité, plus d'une année, mais périssent aussitôt qu'elles ont donné leur fruit. Les racines des plantes donnent encore une seconde manière de les diviser, les unes ont une masse charnue, qui leur sert de racine, & qui prend le nom de bulbe ou d'oignon, si elle est composée de couches qui s'enveloppent les unes les autres, & celui de tubercules, si cette masse est solide & sans aucunes couches; les racines peuvent encore être *pivotantes* ou ce qu'on nomme *latérales*, c'est-à-dire, s'enfoncer profondément en terre ou s'écarter de la plante, en rampant près de la surface de la terre.

M. du Hamel examine le plus ou le moins de facilité que les unes & les autres ont à pénétrer la substance du terrain , & les effets qui en résultent , toutes connoissances nécessaires pour donner à chaque terrain les plantes qui lui sont propres , & à chaque plante la culture qui lui convient ; les tiges des plantes ne sont pas un objet moins important que les racines avec lesquelles elles ont d'ailleurs une telle proportion , qu'elles dépendent presque toujours les unes des autres , aussi sont-elles un objet dans le premier livre de l'Ouvrage de M. du Hamel : ces tiges & leurs branches sont essentiellement destinées à porter les feuilles & les fleurs , auxquelles doivent succéder les graines ou semences ; les premières ne sont pas seulement destinées à servir d'ornement à la plante & à mettre à couvert les boutons & les fleurs , elles ont une fonction bien plus importante , & on seroit sûrement périr une plante à laquelle on enlèveroit subitement toutes ses feuilles ; les expériences de M.^{rs} Mariotte , Woodward , Hales , Guettard , &c. ont fait voir quels sont les organes destinés à la transpiration des plantes , & que de plus elles leur servent aussi de suçoirs , pour pomper l'humidité des rosées. On conçoit donc avec quelle attention elles doivent être ménagées , & qu'on peut se servir de cette propriété pour affoiblir à dessein , & par une soustraction de feuilles prudemment faite , un arbre trop vigoureux ou une branche gourmande ; les fleurs ne sont pas des organes moins importants , elles contiennent les embryons des semences & les parties destinées à les féconder ; dans le plus grand nombre , les parties mâles & femelles sont renfermées dans la même fleur , mais dans d'autres il y a des fleurs mâles & des fleurs femelles séparées : tels sont les chatons du noyer , destinés à féconder les embryons des noix placées sur le même arbre , mais dans des endroits différens , enfin , il y a des plantes où les fleurs mâles & les femelles sont portées par des individus différens , comme le chanvre. La sève , cette liqueur qui sert , pour ainsi dire , de sang aux arbres , méritoit bien un examen particulier : on a long-temps cru qu'elle circuloit comme le sang , mais cette opinion n'a pas été soutenue jusqu'ici

de preuves fuffifantes ; il est bien certain que la sève est attirée par les plantes avec une force surprenante : on ignore la cause de cette attraction ; mais le fait existe , & M. du Hamel le détaille dans toutes ses circonstances ; l'examen des différens changemens que la sève , vraisemblablement assez constamment la même pour toutes les plantes , reçoit en passant par leurs différens couloirs , n'est pas un point moins surprenant ni moins intéressant que tous ceux dont nous avons parlé , & M. du Hamel ne le laisse pas ignorer à ses Lecteurs : ce suc , quel qu'il soit , que les plantes pompent par leurs racines , doit être tiré de la terre , il peut être différent dans les différens terrains , mais au moins y est-il plus ou moins abondant , & plus ou moins facile à en tirer ; il est donc nécessaire de connoître les différentes natures de terres , & de juger celles qui peuvent retenir l'eau suffisamment , trop ou trop peu , pour pouvoir remédier à leurs défauts ou ne leur confier que les plantes qui peuvent convenir à leur nature.

Nous avons déjà dit au commencement de cet article , que les fruits de l'Agriculture devoient être la suite du travail ; il faut préparer la terre , si on veut qu'elle multiplie les semences qu'on y jette. Cette préparation est l'objet du second livre de M. du Hamel : la terre qu'on se propose de mettre en valeur peut être , ou couverte de bois , ou en lande , ou en friche , ou enfin trop humide ; dans le premier cas , non-seulement on coupe les arbres , mais on arrache soigneusement les racines , & ces arrachis préparent si bien le terrain , qu'on est assuré d'y faire de bonnes récoltes plusieurs années de suite ; mais il ne faut , suivant la judicieuse remarque de M. du Hamel , user de cette ressource que sobrement ; un arpent de bois , par-tout où on en a le débit , valant presque toujours mieux qu'un arpent de blé : les landes & les friches se travaillent différemment ; on met le feu aux herbes & aux broussailles qui les couvrent , & ensuite , après avoir arraché à la pioche les racines des arbrustes & des plantes brûlées , on laboure plusieurs fois ces terres , & on les sème ; dans d'autres pays , on travaille les terres en les écobuant ; on

lève avec une écobue qui est une pioche courbe & large toute la superficie de la terre en gazon, & après les avoir bien fait sécher, on en construit des fourneaux où l'on met le feu avec un peu de bois, ces fourneaux eux-mêmes se brûlent, & forment une cendre qui, étant répandue sur la terre avant que de la labourer, la fertilise merveilleusement; les terres trop humides deviennent fertiles en procurant un écoulement aux eaux qui les abreuvent, ou en empêchant celles des terrains supérieurs de s'y décharger; des fossés dont on les entoure, produisent ce bon effet, & les mettent en même temps à l'abri d'être gâtées par le bétail; enfin on doit soigneusement épier les terres qu'on veut mettre en valeur, sur-tout si elles sont destinées à porter des plantes qui exigent une terre meuble & assez profondément travaillée.

La terre ayant été, par les opérations précédentes, mise en état d'être labourée, il faut lui donner cette préparation, elle est si importante, qu'elle décide presque entièrement du sort de la récolte, & que les labours multipliés peuvent suppléer seuls aux fumiers & aux autres engrais, comme l'expérience l'a montré, au lieu que les terres les mieux fumées ne rapportent que peu, si elles ont été mal travaillées.

Labourer la terre est en soulever & en diviser les molécules pour donner plus de facilité aux pluies, aux rosées & aux autres influences de l'air de s'y insinuer, pour faciliter aux racines des plantes qu'on y veut semer le chemin qu'elles doivent y faire en s'étendant sous la terre, & enfin pour faire périr les plantes sauvages qui nuiroient à celles qu'on a dessein de semer.

On peut employer divers moyens pour opérer cette division; la bêche, la houe, la pioche peuvent y servir utilement tant qu'on n'aura qu'une petite étendue de terrain à travailler; mais dès que cette étendue se multiplie, elle devient un obstacle à cette espèce de travail qui demanderoit trop de bras; on a donc imaginé des machines auxquelles on a donné le nom de *charrues* qui, armées de fers différemment disposés, ouvrent la terre & la retournent en la renversant
par

par le moyen d'une pièce de bois disposée à cet effet qu'on nomme, selon la figure, *oreille* ou *versoir* ; cette machine trainée par des bœufs, des chevaux, ou par d'autres bêtes de somme, & conduite par un seul homme qui la guide, expédie le travail avec bien plus de vîtesse, & presque aussi bien que le feroit la bêche ou le crochet ; nous disons presque aussi bien, car l'expérience a fait voir que les terres labourées à la bêche l'étoient mieux & plus profondément que celles qui avoient été labourées à la charrue ; heureusement le travail de ces dernières est suffisant pour la plupart des plantes qu'elles doivent recevoir. La différence de la nature des terres fait nécessairement varier la manière de les labourer ; les terres qui ne craignent point l'eau doivent être labourées à plat, on y creuse seulement, en suivant la pente du terrain, quelques forts sillons qui traversent les raies, & qui servent à en retirer les eaux : dans les terres sujettes à être noyées, on laboure en planches, c'est-à-dire qu'après plusieurs raies on en creuse une beaucoup plus profonde, & qu'on tient le milieu de ces planches plus élevé que les bords ; on laboure aussi les terres plus ou moins profondément, suivant qu'elles sont fortes ou légères, argileuses ou crayeuses ; les temps & le nombre des labours varient aussi, non-seulement selon la nature des terres, mais encore selon celle du grain que l'on veut semer.

Nous avons dit que les façons qu'on donnoit à la terre, avoient pour principal but de la rendre meuble, & d'en écarter les molécules ; on y contribue par le mélange des fumiers & des autres engrais ; le premier, qui n'est autre chose qu'un mélange de paille & d'autres substances végétales jointes aux excréments des animaux, opère une véritable division par la fermentation qu'il subit ; les curures de fossés, celles d'étangs, les débris des vieux murs de terre sont encore employés aux engrais ; on tire du fond de la terre, une terre crayeuse, douce au toucher & très-grasse, qu'on nomme *la marne*. Cette terre procure aux terres, suivant la nature dont elle est, une fertilité plus ou moins durable ; quelques terres trop grasses s'améliorent avec du sable, des

debris de coquilles , même avec des plâtras pulvérisés. Dans quelques Provinces on prépare des engrais avec des végétaux qu'on laisse pourrir en tas ; en un mot , il peut y avoir autant d'engrais que de circonstances particulières , pourvu qu'on ne perde pas de vue le principe général qu'ils doivent contribuer à diviser les molécules de la terre , sans la dessécher plus qu'il n'est nécessaire , & qu'on ne les emploie qu'avec prudence.

Il est très-rare qu'une même terre puisse porter tous les ans du froment ; il s'en trouve quelques morceaux dans ce cas , mais en général elles ont besoin d'être ensemencées d'autres plantes , & même de se reposer de temps en temps. Dans ce pays-ci , on a coutume de partager les terres labourables en trois parties , qui sont successivement semées en froment , en mars , c'est-à-dire en avoine , pois , orge , &c. & en jachère ou repos : c'est pendant cette année de repos qu'on a le temps de donner aux terres les façons nécessaires pour les mettre en état de porter du blé. Dans quelques provinces du royaume , on ne partage les terres qu'en deux *soles* ou parties , qui portent alternativement du blé & des menus grains ; on voit bien que tout cet arrangement doit dépendre de la nature du terrain & de la récolte plus ou moins avancée des plantes qui doivent faire place au blé , puisqu'il faut toujours trouver le temps de donner à la terre les façons qu'exige ce dernier.

Lorsque la terre a été bien préparée , on peut lui confier les semences ; mais il faut , si on veut avoir une bonne récolte , les bien choisir & prendre garde qu'elles soient exemptes du mélange d'autres graines ; il y a plusieurs espèces de froment , & on doit étudier avec soin celle qui convient au terrain qu'on met en valeur ; les uns se sèment en automne , & passent , après avoir levé , tout l'hiver en terre ; d'autres se sèment au printemps , & c'est la ressource des pièces qui ont été endommagées par l'hiver ; on change de temps en temps les semences , c'est-à-dire , qu'on les tire d'un autre canton : cet usage est presque généralement établi , non-seulement pour le blé , mais encore pour toutes les autres graines. On sème communément

le grain de la dernière récolte; mais il est constant, par des expériences incontestables, qu'on peut employer, du moins pour le blé, des semences de deux ans, & peut-être de plus anciennes.

On donne au grain quelques préparations avant que de le mettre en terre, on le paille, par exemple, à l'eau de chaux, on le dépouille soigneusement de tout le blé noirci par une maladie dont nous parlerons bientôt; mais ces préparations utiles ne doivent pas être confondues avec de prétendues liqueurs prolifiques, qui, à en croire leurs inventeurs, doivent multiplier prodigieusement le produit des grains qui en auront été imbibés, indépendamment de toute culture, & affranchir les hommes de l'arrêt qui les condamne à devoir le pain, qui leur sert de nourriture, à leur peine & à leur travail; il n'est pas difficile de voir quel fonds on peut faire sur de pareilles promesses: comme il s'est cependant trouvé quelques personnes assez crédules pour s'y fier, M. du Hamel a fait l'honneur à celles de ces pratiques qui sont venues à sa connoissance de les essayer, & il a trouvé, comme il s'y attendoit bien, qu'elles ne produisoient aucun effet.

Les semences étant bien préparées, il les faut jeter en terre dans la quantité convenable, & dans la saison & la température qui leur est propre; la saison de semer les blés est en automne, & on ne peut trop recommander aux Laboureurs de profiter des premiers temps convenables; le blé qui doit passer l'hiver en terre, a besoin d'une certaine force pour y résister, & il pourroit bien en manquer, si les semences trop tardives ne lui avoient pas permis de l'acquérir avant les gelées, ils seroient d'ailleurs plus exposés aux maladies dont nous parlerons incessamment; on sème communément ici au commencement d'Octobre, & l'expérience a dicté à chaque province le temps de cette opération; il faut que dans le temps où l'on sème, la terre ait assez d'humidité pour faire lever le grain, mais qu'elle n'en ait pas assez pour le noyer & le pourrir; les semences du printemps se font ordinairement

84 HISTOIRE DE L'ACADÉMIE ROYALE
dans le mois d'Avril, c'est le temps où l'on sème l'orge,
l'avoine, le blé de mars & les autres menus grains.

On sème communément à la main ; le semeur prend le grain à poignées dans une espèce de tablier entortillé autour d'un de ses bras & attaché à son cou, & le répand avec mesure ; cet ouvrage exige beaucoup d'adresse & d'habitude, & une très-grande intelligence ; toutes les terres exigent une quantité précise de chaque semence, si on leur en donne moins, elles ne portent pas autant qu'elles peuvent porter, & si on leur donne trop, on affame les plantes. M. du Hamel donne les moyens de déterminer cette quantité pour chaque terrain : les semailles étant faites, on les recouvre par le moyen de la herse, espèce de râteau armé de longues dents de bois, qu'on fait traîner par des bêtes de somme ; mais, quelque précaution qu'on prenne, il y a toujours beaucoup de grain à découvert ou peu enterré, qui ne germe pas ou devient la proie des oiseaux ; ces inconvéniens ont fait penser qu'un instrument qui semeroit toujours le grain à la profondeur qu'on desire, qui n'en semeroit que la quantité nécessaire & qui le recouvreroit exactement, seroit une chose très-utile ; cet instrument est le semoir qui produit de lui-même, en le promenant dans les raies, tous les bons effets dont nous venons de parler, & dont M. du Hamel donne une description bien détaillée.

Le blé une fois levé, demeure exposé aux ravages qu'y causent les mauvaises herbes, les insectes & les oiseaux ; on diminuera beaucoup celui des premières, si on a soin de retourner les guérets de bonne heure, & aussitôt que les jachères commencent à verdier, les plantes alors n'ont encore produit ni fleurs ni graines, & on ensevelit avec elles toute leur postérité ; il est vrai qu'en même temps on occasionne la germination d'autres graines ; mais un second labour fait à propos, détruira encore celles-ci, & il est de fait que plus on multiplie les labours dans les jachères, & moins le blé est infecté de plantes étrangères : on prend encore la précaution de farder les blés au printemps, pour achever de détruire

celles qui auroient pu échapper aux labours ou y pousser depuis ; ce n'est pas qu'avec toutes les attentions possibles on doive se flatter de les voir toutes détruites , il se trouve des graines qui peuvent se conserver en terre un espace de temps surprenant : les expériences de M. du Hamel lui ont constaté cette vérité ; mais il y en aura toujours beaucoup moins que si on n'avoit pris aucune précaution , & ce peu ne sera pas capable de causer beaucoup de dommage. Les oiseaux sont encore des ennemis que les blés ont à craindre : les corneilles savent punir de leur négligence les riverains des forêts dont les blés ne sont pas levés & assez forts avant qu'elles arrivent ; elles arrachent le grain qui est dans la terre ; les pigeons y causent aussi quelque dommage , qui n'est , pour ainsi dire , que momentané : mais les ennemis les plus redoutables pour le blé , sont les moineaux , ils ont quelquefois mangé le tiers ou la moitié de la récolte dans les pièces détachées ; le remède est de leur tendre des pièges , de leur faire une guerre continuelle , & de les effrayer même en les tirant dans les endroits où cela est permis ; on en a tué en un seul été plus de cinq cents dans un médiocre clos où ils auroient tout dévoré sans cette précaution ; à l'égard des insectes , il est presque toujours très-difficile de les détruire , & s'il est possible d'y parvenir , ce n'est qu'avec une constante assiduité à observer la nature & , pour ainsi dire , la marche de ceux qu'on peut avoir à combattre.

Les végétaux ne sont pas plus exempts que les animaux de maladies capables de déranger ou même de détruire leur organisation , c'est à l'examen de celles qui peuvent attaquer le blé qu'est destiné le troisième livre des *Elémens d'agriculture* ; ces maladies sont la nielle , le charbon , l'ergot , le grain coulé , le grain retraits , le grain rouillé , le grain avorté & enfin le blé stérile , auxquelles M. du Hamel joint le blé versé , accident qui , malheureusement , n'est que trop commun & qui vaut bien une maladie.

La *nielle* est souvent confondue avec le *charbon* , mais elle en diffère en bien des points , & sur-tout dans les deux

suivans; les épis niellés ne contiennent point de grain, au lieu que ceux qui sont charbonnés en contiennent; mais ce grain est totalement vicié, & la poussière qu'il rend lorsqu'on bat le blé, a la mauvaise propriété de s'attacher aux grains sains, & de leur communiquer celle de produire des blés atteints de la même maladie; la cause de ces deux maladies est encore assez peu connue: on a trouvé cependant des remèdes contre la maladie du charbon; les expériences de M.^{rs} Tillet & Aymen ont appris que le lait de chaux joint à une lessive assez forte dans laquelle on trempe le blé de semence, qu'on fera toujours bien de choisir le plus exempt de noir qu'il sera possible, préserve le grain de cette maladie, dont très-peu de pieds sont atteints dans les champs semés de cette manière.

L'ergot est une espèce de maladie qui attaque très-souvent le seigle & plus rarement le froment; les grains viciés de cette manière deviennent plus gros & plus longs que les grains sains, & se trouvent plus ou moins courbés; ils sont bruns ou noirâtres & leur surface est raboteuse; ils contiennent au milieu un peu de farine blanche enveloppée d'une autre farine rouillée ou brune; cette farine est âcre, & elle a la funeste propriété de faire tomber les membres de ceux qui en mangent dans leur pain; elle occasionne une gangrène sèche. On a vu dans l'hôpital d'Orléans plusieurs habitans de la Sologne, n'ayant plus que le tronc, & attendant, en cet état, une mort inévitable. Ce malheur est facile à éviter dans les années où la récolte est bonne, parce qu'il est très-aisé de séparer l'ergot du bon grain avec le crible; mais dans les années de disette, les habitans diminueroient trop la quantité de leur grain, & ils aiment mieux s'exposer au risque de la gangrène, que de mourir sûrement de faim. Ne seroit-ce pas en pareille occasion une dépense utile que de leur donner autant de bons grains qu'ils auroient séparé d'ergot du leur? on conserveroit la vie, par ce moyen, à un grand nombre de malheureux. Si les Rois sont, par état, les pères de leurs Peuples, pourroient-ils regarder comme une dépense onéreuse le moyen de préserver leurs enfans de la mort.

La *rouille* est une maladie qui attaque toute la plante du blé ; les feuilles & les tiges paroissent couvertes d'une poussière couleur de rouille de fer & très-peu adhérente ; on n'éprouve guère cette maladie que dans les années où le printemps a été humide , & qu'ensuite de plusieurs jours secs & sans rosée le soleil se montre après un brouillard sec ; cette maladie est très-fâcheuse , elle peut réduire à rien les plus beaux fromens ; mais on n'en connoît ni la cause ni le remède : comme elle consiste principalement en une poussière qui se trouve sur la plante du blé ou de l'herbe , car elle attaque aussi les foin , il pourroit se faire que les animaux qui mangent ce fourrage en fussent incommodés. M. du Hamel propose d'en faire l'expérience , en nourrissant quelques bestiaux uniquement de paille & de foin rouillé pour supprimer absolument cette nourriture , si elle est nuisible , ou pouvoir l'employer sans inquiétude , si elle ne l'est pas.

On appelle *blé coulé* celui dont les épis , au lieu d'être bien remplis de bons grains , en sont absolument dénués à la pointe ou n'en contiennent que de mauvais dénués de farine , & qui s'échappent par le crible avec la poussière ; cet accident est causé par tout ce qui peut déranger la végétation & affaiblir les plantes ; les blés qui se trouvent dans de bonnes terres bien façonnées , y sont bien moins sujets que les autres.

Le *blé retrait* ou *échaudé* est celui qui , au lieu d'avoir sa surface unie & d'être bien rempli de farine , se trouve ridé extérieurement : cet accident ne fait que diminuer la quantité de la farine ; il n'altère point la qualité du grain , & on peut l'employer en semence , où il réussit aussi bien que d'autre ; il arrive , lorsque les blés ont été versés encore en lait , la paille ou rompue ou simplement pliée , ne fournit plus assez de nourriture au grain qui mûrit sans s'être suffisamment rempli ; les grandes chaleurs , qui accélèrent trop la maturité du blé , peuvent aussi produire le même effet ; le blé doit être pesant , uni à sa surface , & d'un jaune clair & brillant ; si cette surface est d'un blanc mat , on dit qu'il est glacé ; ce défaut vient des grandes chaleurs , qui ont accéléré la maturité

du grain, lorsque sa farine étoit presque formée. M. du Hamel ne connoît d'autre défaut au grain glacé, sinon que sa farine boit peut-être un peu moins d'eau que d'autre lorsqu'on la pâtrit.

Le *blé avorté* n'est heureusement pas fort commun; la plante, dans cette maladie, devient véritablement rachitique comme les enfans qu'on nomme *nonés*; elle est toute contournée & croît moins que les autres; elle ne produit que des grains monstrueux, cornus, semblables à des pois, &c. on n'en connoît ni la cause ni le remède.

Il arrive dans quelques provinces, que les blés sont attaqués d'une autre espèce de maladie qu'on nomme *stérilité*; la plante de ces blés stériles est forte & vigoureuse; mais les organes femelles de la fleur sont presque détruits, en sorte que la fécondation ne pouvant se faire, le grain avorte absolument. M. Aymen attribue cet accident ou à la trop grande quantité de sève qui se porte à la plante & affame l'épi, ou à des gelées survenues dans le temps du développement de l'épi, qui ont attaqué les organes femelles de la fleur apparemment plus délicats.

Les meilleurs blés sont encore sujets à un accident qui souvent fait évanouir les espérances les mieux fondées du Laboureur; ils sont ce qu'on appelle *versés* ou *couchés* par la pluie & le vent; s'ils n'ont fait que plier, le mal n'est pas grand, ils se relèvent d'eux-mêmes; mais si au contraire la paille est cassée ou forcée par le pied, alors ils ne se relèvent plus. Les blés versés peuvent mûrir, si cet accident leur arrive aux environs de la moisson & que la pluie ne continue pas; mais s'ils sont couchés long-temps avant la récolte ou que la pluie continue, ils sont bientôt recouverts par l'herbe; la paille pourrit, le grain germe, & on est obligé de les couper pour servir de nourriture aux bestiaux: cet accident arrive plus souvent aux blés bien travaillés qu'aux autres, parce que leur paille étant plus haute & leur épi plus pesant, ils donnent plus de prise à la tempête; mais comme il dépend de causes qui ne sont point au pouvoir des hommes, on ne connoît jusqu'ici aucun moyen de le prévenir.

Lorsque

Lorsque les blés ont échappé à tous les accidens dont nous venons de parler & qu'ils sont parvenus à leur maturité, il n'est plus question que de les recueillir & de les serrer: c'est cette récolte qui fait le sujet du quatrième Livre de M. du Hamel.

La première attention qu'on doit avoir, est de bien saisir le point de maturité du grain; s'il est trop verd, il devient retraits dans le tas; s'il est trop mûr, il s'égrène: heureusement toutes les pièces d'une même ferme ne mûrissent pas toutes à la fois, & un bon Laboureur commence toujours par les plus pressées. On coupe communément le blé avec une faucille, au lieu qu'on fauche l'orge & l'avoine; on se sert cependant de la faux pour le blé dans certaines provinces, mais il faut que la lame en soit plus petite & montée sur un manche auquel il y ait une baguette ployée en arc, pour jeter le blé coupé sur celui qui reste debout & l'empêcher de s'éparpiller: cette méthode peut être pratiquée avec succès; on ne doit pas craindre qu'elle fasse plus égréner le blé que la méthode ordinaire, & elle est beaucoup plus expéditive: avantage immense si on considère qu'il ne faut souvent qu'un orage, survenu pendant la moisson, pour tout gâter, & que par conséquent les momens y sont bien précieux. Un autre avantage de cette méthode, est qu'on emploieroit par ce moyen à ramasser le grain coupé derrière le Faucheur, une grande quantité de femmes infirmes, d'enfans, &c. qui demeurent inutiles dans la méthode ordinaire, ce qui empêcheroit le désœuvrement & la mendicité qui en est une suite. La paille des blés ainsi coupés est plus longue, l'herbe se reproduit plus vite dans les champs fauchés que dans les autres, & le bétail qu'on y met pâture y trouve une pâture bien plus aisée, n'ayant pas les naseaux piqués continuellement par le long chaume qu'y laisse la faucille.

Les grains étant une fois coupés, il ne reste plus qu'à les tirer de leur épi, les nettoyer & en serrer la paille. Dans les provinces méridionales du Royaume, on ne serre jamais le blé dans son épi, on l'en tire aussitôt qu'il est coupé: dans quelques-unes on le fait fouler aux pieds des bestiaux, puis

on sépare la paille hachée qui en provient, & qu'on transporte dans les magasins qui lui sont destinés, du grain qui est porté dans les greniers. Dans d'autres pays, où l'on veut conserver la paille, on bat le grain avec des fléaux, &, après l'avoir vanné, on le porte au grenier, & la paille dans la grange après l'avoir bottelée.

L'une & l'autre de ces opérations se faisant en plein air, il faut être assuré d'une sérénité de temps très-constante, qu'on ne peut se promettre dans la partie septentrionale du Royaume. On y serre donc dans les granges les gerbes toutes chargées de grain, pour les battre ensuite à couvert & à mesure qu'on en a besoin; cet ouvrage dure communement tout l'hiver, & ne finit même souvent qu'au milieu de l'été. On a proposé depuis peu des machines pour abrégier cette opération; & il seroit d'autant plus à souhaiter que l'usage s'en établit, que le travail des batteurs en grange est non-seulement pénible, mais si dangereux pour eux, à cause de la poussière qui sort du blé, que la plupart périssent de maladies de poitrine ou deviennent athlématiques. Le blé une fois égréné, est passé par des cribles, dont les trous ont différentes figures & différentes grosseurs, pour en séparer les pailles ou épis rompus, dont on fourre des bottes de paille, qu'on appelle *grossiers* & qu'on donne aux chevaux, & pour en ôter les petits grains & les graines étrangères qui s'y trouvent mêlées; & c'est une chose singulière que l'adresse avec laquelle on a su trouver le moyen de percer des cribles de manière qu'ils séparent à volonté telle ou telle espèce de graine. Le blé nettoyé de cette manière, reçoit encore une préparation; on le vaine, c'est-à-dire qu'on le secoue & qu'on le retourne dans un grand panier d'osier, qui a à peu près la figure d'une grande coquille plate, afin d'en séparer la poussière, les barbes & tout ce qui auroit pu échapper aux différens cribles par lesquels on l'a passé. Ces matières plus légères viennent nécessairement au-dessus du grain, & on les en sépare en les balayant avec une plume.

On sépare ensuite le blé de différente qualité, & cette opération se fait encore par le moyen des cribles, dont les

trous sont disposés pour cet effet ; c'est la dernière préparation qu'on donne au grain avant que de le ferrer & de le mettre en état d'être conservé ; & cette conservation fait le sujet du cinquième Livre.

Lorsqu'une année a été peu pluvieuse & la saison de la moisson sèche, alors les grains sont aisés à conserver ; mais lorsque l'année a été humide & la moisson pluvieuse, il faut multiplier les attentions pour éviter de perdre ces grains, & on doit même s'en défaire le plus tôt qu'il est possible, parce qu'ils sont extrêmement sujets à fermenter, à cause de l'humidité surabondante qu'ils contiennent, & encore parce que ces blés sont extrêmement sujets à être endommagés par les insectes, destructeurs des grains, qui en sont très-friands.

Les greniers à blé sont ordinairement de longues galeries bien carrelées, ouvertes, autant qu'il se peut, par des fenêtres opposées les unes aux autres, & garnies non-seulement de volets, mais encore de treillis de fil de fer assez ferrés pour fermer le passage aux oiseaux : on y arrange le blé sur le plancher, qui doit être bien carrelé, & on en fait un tas de dix-huit pouces de hauteur sur presque toute la longueur du grenier, observant seulement de laisser tout autour un passage de trois pieds & un espace vide de dix à douze pieds vers l'entrée, pour donner le moyen de changer le grain de place ; ce qu'on doit faire très-fréquemment, sur-tout les premiers mois, si on veut empêcher qu'il ne s'échauffe. On place ordinairement les greniers à blé au haut des bâtimens pour procurer à ce grain plus de sécheresse, mais aussi la chaleur y est favorable aux insectes destructeurs, & les tuiles leur offrent des asiles qui empêchent qu'on ne puisse les détruire ; d'un autre côté l'humidité des rez-de-chauffée seroit funeste au blé, & M. du Hamel pense, avec raison, qu'il sera toujours bien placé dans un lieu frais & sec.

Le blé une fois déposé dans les greniers, doit être remué fréquemment, non-seulement pour éviter qu'il ne s'échauffe, mais encore pour incommoder & détruire les insectes qui s'y logent pour en manger la substance ; les plus incommodes de

tous, du moins en ce pays, sont les charransons. On a donné plusieurs recettes pour les détruire ou les chasser, mais M. du Hamel n'en a jusqu'ici trouvé aucune qui soit salutaire; il en est demeuré à éventer le blé fréquemment, en le remuant à la pelle & à le passer par des cribles de fil de fer à tambour: ces animaux, que le mouvement inquiète, ne manquent pas de retirer leurs pattes, & dans cet état, devenus plus petits qu'un grain de blé, ils passent à travers le crible & tombent dans un vaisseau de cuivre avec les épluchures; & comme ils ne peuvent gravir contre les parois, on les y trouve & on a soin de les détruire.

Il est cependant un moyen sûr de s'en débarrasser, c'est de faire passer le blé à l'étuve & de lui faire éprouver pendant plusieurs heures une chaleur de 90 ou 100 degrés du thermomètre de M. de Reaumur: on peut opérer le même effet, au moyen d'un four dans lequel on le passera partie par partie. La même opération détruit aussi les sautelles teignes & tous les insectes qui attaquent le blé.

La conservation des grains dans les greniers ordinaires, est toujours dispendieuse: pour y remédier, M. du Hamel propose de se servir des greniers de son invention, qui consistent en des coffres de bois, dans lesquels on enferme le blé & dans lesquels on peut l'éventer sans le remuer, bien entendu cependant qu'il ait été passé à l'étuve, dont il donne aussi la description; mais comme l'Académie a déjà rendu compte de ces inventions, d'après M. du Hamel même, tant dans son Histoire

^a *Yg. Hist.* de 1745^a que dans celle de 1753^b, nous prions le Lecteur de vouloir bien y recourir.

^b *Idem.* 1753,
p. 215.

Nous dirons la même chose de la nouvelle culture suivant les principes de M. Tull, qui fait l'objet des six & septième Livres de M. du Hamel; nous avons dit par avance ce que nous en pourrions dire ici, en rendant compte dans l'Histoire

^c *Idem.* 1750, de son Traité de la culture des terres.
p. 107.

Le froment ordinaire n'est pas le seul grain qu'on cultive en grand, il y en a encore plusieurs autres dont la culture peut être utile, & ils sont le sujet du huitième Livre: le premier

est le blé qu'on nomme de *Mars*, parce qu'il ne se sème qu'au Printemps avec les grains qu'on nomme *mars* : quoiqu'on le récolte dans le même temps que l'autre blé, il devient une ressource dans plusieurs circonstances, comme lorsque la saison n'a pas permis de faire toutes les semences d'hiver : si quelque partie de ces semences a péri pendant l'hiver, ou a été dévorée par le gibier, ou enfin si les terrains sont assez humides pour qu'on ne puisse leur confier les semences que quand les pluies d'hiver sont cessées, dans tous ces cas on est très-heureux de trouver dans le blé de Mars un dédommagement de la perte qu'on a essuyée. On sème encore quelquefois, mais en automne & en même temps que les autres blés, ce qu'on nomme *blé de miracle*, *d'abondance* ou de *providence* ; il exige une terre bien fumée & bien préparée, & rend beaucoup, mais il ne peut réussir par-tout. Le grain, connu sous le nom de *seigle*, est moins délicat, il s'accommode très-bien des terres les plus légères ; il y en a de deux espèces, l'une qui se sème en automne & l'autre qui se sème au printemps ; il n'est sujet ni à la nielle ni au charbon, mais il est souvent ergotté. Souvent on sème dans les terres médiocres moitié froment & moitié seigle, & on nomme ce mélange *méteil* ; il exige les mêmes labours que le froment. L'épautre est une espèce de grain qui tient le milieu entre l'orge & le froment ; la farine en est assez belle, mais le son très-gros ; le pain qu'on en fait a bon goût, mais n'est pas aussi délicat que celui de froment. La culture de ce grain est la même que celle du froment, si ce n'est qu'il le faut semer plus tôt, quoiqu'il ne se récolte que plus tard. On cultive de trois sortes d'orge : l'orge carrée, dont les épis ont effectivement cette forme, & qu'on nomme aussi *escourgeon*, se sème en même temps que le froment, & même un peu avant ; ce sont les orges d'hiver : l'orge ordinaire, & celle qu'on nomme *ris d'Allemagne*, parce que les grains en sont blancs, se sèment au printemps avec les mars ; ce grain mêlé avec un peu de froment, fait de très-bon pain ; on en fait un gruau qui, préparé avec le lait, est une très-bonne nourriture ; enfin on l'emploie à la nourriture

du betail & de la volaille : il fatigue les terres plus qu'aucun autre, & exige qu'elles soient bien amendées & bien fumées. On connoît dans ce pays deux sortes d'avoine qu'on cultive, l'avoine d'hiver, qui se sème en même temps que les fromens, elle vient ordinairement plus belle & rend plus que l'avoine ordinaire ; cependant les fermiers en sèment peu, parce qu'ils ont ordinairement assez d'embarras pour les semailles du blé, qu'ils ne se fassent pas de se charger encore en même temps de celles de l'avoine : celle qu'on cultive ordinairement, est l'avoine printanière ; elle se sème ordinairement au mois d'Avril sur un seul labour : on en emploie dix boisseaux par arpent & quelquefois plus : quand elles sont venues à la hauteur de quatre pouces, on passe dessus un rouleau de bois pesant qui casse les mottes & unit le terrain, en ôtant les brosses qui empêcheroient de faucher ; on a soin d'en arracher, autant qu'il se peut, les mauvaises herbes, & elle n'exige plus d'autre soin jusqu'à la moisson.

On fauche les avoines avec une faux garnie d'une espèce de panier, composé de trois crochets de bois joints par une traverse, mais on est dans la coutume de les faucher avant leur entière maturité, & de laisser les javelles se mûrir & se rentler sur le champ, ce qu'on nomme *javeler*. M. du Hamel regarde cette méthode comme très-mauvaise ; un particulier qu'il cite, ne la suit point : il attend pour couper ses avoines qu'elles soient mûres, & il les fait transporter de suite à la grange ; ses avoines s'égrènent moins, pèsent un douzième de plus ; ses voisins le voyent, en conviennent, achètent de lui, autant qu'ils peuvent, de quoi faire leurs semences, *& ne suivent pas son exemple*. On sème ordinairement de l'avoine de l'année ; celle de deux ans peut cependant lever. M. du Hamel cite à ce sujet l'expérience qui en a été faite ; mais il recommande de faire toujours l'essai de l'avoine qu'on veut semer, en en semant quelques grains, pour s'assurer s'ils lèvent bien.

On cultive dans quelques provinces deux espèces de millet, le petit & le grand ; l'un & l'autre se sème en Mai,

dans une terre douce , légère & bien amendée ; on répand la semence un peu claire , & on la recouvre aussitôt ; si cependant la terre étoit sèche , il faudroit semer le soir & ne la recouvrir que le matin , afin que l'humidité de la nuit la disposât à germer , on passe le rouleau dessus dès qu'elle est recouverte , pour comprimer la terre ; un mois après que le millet est levé , on en arrache plusieurs pieds pour qu'il se trouve entre chaque plante huit pouces , si c'est du petit millet , & plus si c'est du grand ; on donne ensuite un labour léger autour de chaque pied , & il n'exige plus d'autre précaution jusqu'à la récolte , que d'en écarter les oiseaux qui sont fort friands & qui en mangeroient plus de la moitié ; on les chasse , soit en les tirant avec de la cendrée , soit en employant des épouvantails , soit enfin en les effrayant avec du bruit ; on fait la récolte du millet en coupant les panicules ou épis près du dernier nœud ; on les ramasse dans des paniers pour les porter ensuite dans le grenier , & six jours après on les bat au fléau ; on crible & on vanne le grain , & on le met sécher au soleil , sans quoi il se gâteroit très-promptement. La farine du millet , mêlée avec celle de froment , fait d'assez bon pain ; seule elle le rendroit pesant & indigeste ; le grain , sur-tout celui qui est rouge ou noir , est excellent pour les volailles , on en prépare encore un mets assez semblable au ris , en le dépouillant de ses enveloppes au moyen d'un mortier ou d'un moulin dont les meules ne soient pas assez serrées pour écraser le grain.

Le maïs , qu'on nomme aussi *blé de Turquie* , & en quelques endroits *blé d'Espagne* , se sème ou plutôt se plante au mois de Mai ; on fait dans les sillons des petites fosses de dix-huit pouces en dix-huit pouces ; on met dans chacune deux grains de maïs , & on les recouvre ; lorsqu'il est levé , on arrache le plus foible des deux pieds qui sont venus dans chaque fosse , & on remet de nouvelle graine dans celles où les grains n'ont pas levé ; on leur donne un premier labour à la mi-Juin & un à la fin de Juillet ; vers la mi-Août on coupe les panicules des fleurs mâles aux pieds , dont les enveloppes de l'épi paroissent renflées ; ces panicules sont une

excellente nourriture pour les bœufs ; on ôte quelque temps après toutes les feuilles des tiges, ce qui donne encore un excellent fourrage ; vers le mois de Septembre , on cueille tous les épis, les uns les suspendent par bottes dans un grenier, d'autres les égrainent : le milieu de l'épi, qu'on nomme le *papeton*, & les tiges de la plante qu'on coupe, se donnent aux bœufs ; quelquefois on sème ce grain pour en faire du fourrage, alors on le sème fort épais après la récolte du lin & même de l'orge, & on le coupe en vert dans les mois d'Octobre & de Novembre ; la farine de mils donne un très-bon goût au pain, pourvu qu'elle n'y entre que pour un huitième, en plus grande quantité elle le rendroit pesant, parce que la pâte n'en lève pas bien. Le blé noir ou sarrafin est encore une des espèces dont on fait usage. En ce climat il s'accommode assez bien des terres sableuses & légères, qui ne conviendroient pas au froment ; on le sème sur les terres destinées pour les mars ; & alors c'est à peu-près en même temps que ces derniers, on en sème aussi sur les terres qui ont porté des plantes, dont on fait la récolte de bonne heure, & comme il n'est sur terre qu'environ cent jours, on a encore le temps de le recueillir avant l'hiver ; ce grain est très-bon pour les volailles, mais il feroit du pain noir, & qui s'émietteroit aisément ; on en mange cependant en Anjou & dans quelques autres provinces par plaisir, & quoiqu'on y recueille de bon blé ; mais on ne le mange que tout chaud.

Tous les grains dont nous venons de donner la culture à la manière ordinaire, sont susceptibles de la nouvelle culture de M. Tull, & elle y produira le même avantage qu'elle produit sur le froment.

Les grains ne sont pas le seul objet nécessaire de la culture des terres, les engrais qui leur sont nécessaires, les labours & mille autres besoins de l'homme, exigent qu'on pourvoie à la nourriture d'une grande quantité de bétail, qui se nourrit non-seulement de grain, mais encore des feuilles des herbes vertes ou sèches ; il est donc nécessaire de leur en procurer,

c'est

c'est à quoi sont destinées les prairies ou pâturages qui sont l'objet du dixième Livre de M. du Hamel.

Les pâturages ou prés sont en général de deux espèces, les *naturels* & les *artificiels*. On nomme *naturels* ceux qui, sans culture, produisent différentes herbes, comme les prés bas & les prés hauts. Les premiers deviennent marais, & ne produisent que de mauvaises herbes, si l'eau y séjourne trop longtemps; mais si elle ne fait que des inondations passagères, ils produisent de bonne herbe moins fine, à la vérité, que celle des prés hauts, mais qui sert de ressource dans les années sèches; on les améliore par des saignées qui en retirent les eaux superflues, par des terres qu'on y fait répandre de temps en temps, & en y semant des graines de bonnes herbes; les fumiers y seroient inutiles, parce qu'ils seroient emportés par les inondations.

On peut absolument mettre dans la classe des prés hauts tous les terrains, comme pâtis, friches, landes, qui produisent de l'herbe grande ou menue; mais on restreint ordinairement cette dénomination à ceux que l'art a, pour ainsi dire, forcés donner de bonne herbe & en quantité suffisante. Pour convertir une friche en pré, on doit choisir un bon fond de terre un peu fraîche en dessous, on l'écorce, on en brûle les gazons pour en répandre la cendre, on lui donne plusieurs labours, & on y sème d'abord du seigle, puis de l'avoine, qui dédommage de la façon, & la dernière année on sème avec l'avoine de la graine de trèfle. On se procurera un grand avantage, si on peut former sur un terrain plus haut que le pré des amas d'eaux, qu'on puisse y dériver dans le temps des sécheresses. Pour bien conserver les prés hauts, on doit les bien fermer de fossés, pour empêcher que le bétail n'y entre & qu'il ne s'y fasse des chemins; il faut en ôter soigneusement les pierres & en rabattre les taupinières, afin que rien n'empêche la faux de couper l'herbe près de la terre, les engraisser tous les deux ou trois ans avec du fumier bien pourri, des curures de mares ou d'étangs, des cendres, de la suie, du fumier de pigeon; ces engrais, & sur-tout le dernier, en fortifiant la bonne

herbe, font périr la mauvaise : on doit aussi soigneusement faire périr la mousse. La meilleure façon est peut-être de peigner les prés au printemps avec des rateaux de fer, qui aient les dents fortes & un peu longues ; la mousse, qui ne tient que peu au terrain, s'enlève facilement sans faire le moindre tort à l'herbe & on ôte en même temps les pailles de litière, que le fumier pourroit avoir laissées, & qui gâteroient le foin ; enfin, on y doit jeter la balayure des greniers à foin, & même de temps en temps un peu de graine de trèfle.

On fauche communément le foin à la fin de Juin ou au commencement de Juillet ; mais comme ce travail touche de près à celui de la moisson, on doit, si la saison est belle, l'avancer le plus qu'il sera possible, & que la maturité de l'herbe le permettra. Le foin une fois coupé, doit être fréquemment tourné & retourné avec des fourches, ce qu'on appelle *faner*, afin que l'herbe reçoive mieux la chaleur du soleil & se dessèche plus promptement ; s'il survenoit de la pluie, on la rassemble en tas, qu'on appelle *veillottes*, & lorsque le foin est fait, on en fait des amas plus considérables, qui ont la forme d'un conoïde parabolique qu'on nomme *meules* ; en cet état il peut se conserver long-temps, la pluie n'attaquant que le dessus à une très-petite épaisseur, alors on n'a plus qu'à le botteler ou à le transporter sans être bottelé dans les greniers où on le garde.

On forme les *prés artificiels* en semant dans des terres bien labourées, certaines plantes vigoureuses, annuelles ou vivaces, qui produisent beaucoup d'herbe dont le bétail se puisse accommoder ; les annuelles sont le blé de Turquie, le seigle, l'escourgeon ou orge carrée, la spergule, la vesce, les pois de brebis, &c. Nous ne dirons rien ici de la culture des trois premiers dont nous avons parlé à l'article des grains ; la spergule ne se sème guère que pour faire une pâture d'hiver ; on la sème à la fin de Juillet, sur les terres qui ont porté du blé, auxquelles on donne un labour, & quand elle est élevée à une certaine hauteur, on l'arrache pour la donner au bétail, ou on la leur fait pâture sur pied.

La vesce se sème sur les terres destinées aux mars & dans la même saison qu'eux ; on doit avoir soin d'épierrer le champ, & d'en casser les mottes avec un rouleau, afin que la faux puisse couper le fourrage tout près de la terre ; si on la veut faire manger au bétail, on la fauche dès que la graine est formée & avant qu'elle soit mûre ; mais si on veut en recueillir la graine pour nourrir les pigeons ou pour mêler avec l'avoine des chevaux, on attend qu'elle soit mûre, mais alors le fourrage perd la plus grande partie de son prix ; quelquefois on la sème mêlée avec de l'avoine, pour la couper en verd & la faire manger aux bœufs. Le fourrage de vesce qu'on veut garder, doit être fané & serré bien sec : la culture du pois de brebis est absolument la même que celle de la vesce : les fèves de cheval ou féveroles, se sèment au printemps, & on les recueille quand elles sont mûres : les chevaux sont très-friands de ce grain, mais le fourrage n'en vaut rien ; on le brûle ou on le jette sur le fumier. On peut mettre encore au nombre des prés artificiels les herbes que sèment quelques Fermiers sur les terres qui vont entrer en jachère, pour donner aux brebis & aux agneaux de la pâture d'hiver, & les choux qu'on élève dans quelques provinces, pour en manger les pommes ou les feuilles tendres & donner le reste aux bestiaux.

Les plantes vivaces qu'on cultive pour en former des prés artificiels, sont la luzerne, le sainfoin, le trèfle, certaines espèces de graminées & de chiendent & l'ajonc ou jonc marin. La luzerne, nommée aussi par quelques auteurs, *foin de Bourgogne*, se plaît dans des terrains gras, légers & qui ont beaucoup de fond ; les terres sèches & arides & la glaise ne lui conviennent point ; on doit sur-tout éviter de la placer dans les endroits où l'eau séjourne, elle y périroit infailliblement : on la sème en Mars mêlée avec moitié d'avoine dans une terre bien labourée, & on l'enterre avec la herse. Quand l'avoine est mûre, on fauche le tout ; la luzerne qui est vivace repoussé bientôt & prend le dessus. Il ne faut jamais faire paître les luzernes, elles doivent toujours être coupées avec la faux ; on en fait dans ces climats trois & quelquefois quatre récoltes, mais dans les provinces

méridionales on en fait jusqu'à six; elles sont en pleine force des leur troisième année. Le foin de luzerne est difficile à sécher & craint beaucoup d'être mouillé: quand on le met en meule, on a soin de placer au milieu quelques fagots debout, qui facilitent la communication de l'air; & quand on l'engrange, on doit le mettre lits par lits avec de la paille; cette paille y contracte un parfum qui fait que les chevaux la mangent avec un très-grand appétit: ce foinage ne se tâte pas assez pour pouvoir, comme le foin ordinaire, rester long temps en meule. Comme la luzerne craint extrêmement le voisinage de toute autre herbe, c'est peut être une des plantes qui gagne le plus à la nouvelle culture, qui les détruit infailliblement par ses labours & donne la facilité d'arracher celles qui auroient pu leur échapper.

Le sainfoin fournit un peu moins de foinage que la luzerne; il ne se fauche que deux fois l'année, on le sème & on le cultive comme cette dernière; on le fauche plus tôt ou plus tard, suivant l'usage auquel on le destine: si on veut le donner aux bêtes à laine, on le coupe quand il entre en fleur; si on l'emploie pour les bœufs, on le fauchera quand les premières fleurs viendront à se passer; si c'est aux chevaux qu'on le destine, on attend que la semence soit en partie formée, parce qu'ils aiment à la rencontrer sous la dent; enfin si on en veut ramasser la graine, on attend à le faucher qu'elle soit mûre, & on fauche avant que la rosée soit dissipée, afin que la graine ne se perde pas; il est bien plus aisé à semer que la luzerne. Deux boisseaux de graines de sainfoin nourrissent autant les chevaux que trois d'avoine; cette graine doit être étendue mince dans les greniers & fréquemment remuée si on veut éviter qu'elle ne s'échauffe.

Le trèfle qu'on sème ordinairement, est le trèfle à fleurs rouges; il demande une terre douce, grasse & un peu humide; il se sème comme la luzerne, on le coupe ordinairement deux fois, & quelquefois trois; il est très-difficile à faner, & pour peu qu'il soit mouillé, il perd beaucoup de sa qualité. Ce foinage, verd ou sec, est excellent pour tous les bestiaux,

mais on ne le doit donner qu'avec mesure, parce qu'il les nourriroit trop : cette plante est moins vivace que la luzerne & le sainfoin, & elle doit par conséquent être renouvelée plus souvent.

On cultive en Angleterre plusieurs espèces de cliendent & de gramen pour en faire des prés artificiels ; on peut adopter cette culture, mais il faut bien prendre garde de ne pas placer ces prés dans des terres qu'on veuille ensuite remettre en blé, on auroit trop de peine à les détruire.

On cultive dans quelques endroits l'ajonc, jonc marin ou genêt épineux ; cette plante vient dans tous les terrains, mais bien plus forte dans les bonnes terres ; les chevaux & les autres bestiaux en sont fort friands ; on en coupe les sommités à l'entrée de l'hiver ; & pour rompre les épines, on les écrase, soit sous des meules à cidre, soit sous des pilons, & on les donne en cet état aux animaux.

On peut mettre encore au rang des prairies artificielles les plantations de racines qu'on fait pour la nourriture du bétail, comme les pommes de terre, les topinambours, les navets, raves & raiforts, les carottes, &c.

La pomme de terre se plante dans de petites fosses faites à trois pieds l'une de l'autre dans un champ bien labouré : on commence par mettre un peu de fumier au fond ; on met sur ce fumier une de ces pommes & on la recouvre sur le champ : cette pomme en pousse tout autour d'elle, & on en a vu qui en ont donné jusqu'à huit & neuf cents. On cultive aussi la pomme de terre sans fumier, en la plantant au mois de Février dans des rigoles & les recouvrant ensuite, mais elles produisent moins de cette manière : on peut mettre les pommes de terre dans les pièces destinées à être mises en blé, elles n'épuisent point la terre, & les façons qu'on leur donne la préparent merveilleusement pour le blé. Les animaux mangent la pomme de terre crue ; on la fait cuire pour les hommes, on en tire une farine qui, mêlée avec un peu de froment, fait d'assez bon pain. La culture du topinambour est la même que celle des pommes de terre, le bétail s'en accommode

assez bien ; on en apprête aussi pour les hommes , & quand il est bien accommodé , il approche assez , pour le goût , du cul d'artichaut.

Les navets , les raiforts & les raves sont souvent confondues : ce qu'on nomme à Paris *raves* & *radis* , est du genre des raiforts , & les raves proprement dites & les navets ne constituent qu'un genre. Les raves ou navets qu'on cultive sont 1.^o la turnip des Anglois ou la rabioule du Limosin : quoique destinée principalement au bétail , elle est très-bonne pour la cuisine ; & quoique fort grosse , elle est en même temps très-délicate : 2.^o la grosse rave ou gros navet du Limosin.

Toutes ces plantes ont la même culture , il leur faut des terres légères & sablonneuses ; on les prépare par trois labours , le premier se fait avant l'hiver , le second après les gelées , & le troisième au mois de Juin , où on les sème : les labours doivent être profonds , mais il ne faut pas recouvrir la graine de plus d'un pouce. Lorsqu'ils sont levés , on doit en arracher les herbes & même une partie du plan , pour qu'il ne soit pas trop dru , & qu'il y ait au moins un pied d'intervalle entre chaque planche. Ces navets arrachés se donnent au bétail , qui s'en accommode au mieux : ces navets s'arrachent au mois d'Octobre & on les met dans un cellier pour les conserver. On sème encore de petits navets dans les chenevières & les linières dans le temps où on les arrache ; cette graine s'enterre d'elle même & donne un peu avant l'hiver des petits navets bons pour la table.

Les productions de la terre , nécessaires à la nourriture de l'homme & du bétail , ne sont pas le seul objet de l'Agriculture , les Arts & les commodités de la vie ont aussi droit à ses travaux. Il n'est pas ici question des graines & des plantes délicates , qui sont l'objet d'une culture domestique ou des jardins , mais il se trouve beaucoup de plantes potagères & d'autres nécessaires aux Arts qui se cultivent en grand ; elles sont le sujet des dixième & onzième Livres de M. du Hamel. Les choux & les différentes racines n'ont presque aucune différence de culture avec ceux dont nous avons parlé. Nous allons passer à d'autres plantes

moins fréquemment cultivées dans les enclos, telles que le lin, le chanvre, la garence & le safran.

Le lin exige une terre douce, substantieuse & qui ne soit pas trop éloignée de l'eau; il peut cependant croître assez bien dans des terrains élevés, pourvu que la terre soit bien amendée & que l'année ne soit pas trop sèche.

La terre qu'on destine au lin doit être ameublie par plusieurs labours; c'est dans cette vue qu'on y sème ou plante pendant dix-huit mois des plantes qui durent peu & qui obligent à labourer souvent, & pendant ce temps elle doit être abondamment fumée: l'année où on veut mettre le lin, on fumera dès le mois de Février, on enterrera le fumier, on cassera les mottes, & on sèmera, avec cette précaution, que si le sol est humide, on mêlera avec la graine de la fiente de pigeon, & qu'on y pratiquera de trente en trente pieds des sillons très-profonds pour l'égoutter.

La linette ou graine de lin se tire du nord; elle doit être grosse, pesante, huileuse & d'un brun-clair; on s'assure de sa qualité huileuse en la faisant brûler, & de sa pesanteur en mettant quelques grains dans l'eau, pour voir s'ils vont à fond; on en sèmera aussi quelques grains bien comptés sur une couche, pour s'assurer s'ils lèvent tous; on sème cent quatre-vingts ou cent quatre-vingt-dix livres de graines dans l'arpent à vingt-deux pieds la perche; on en sème un peu moins quand on destine le lin à rapporter de la graine: on n'est pas d'accord sur le temps de recueillir le lin, les uns prétendent qu'en l'arrachant un peu verd, il donne une plus belle filasse, & ils veulent qu'en l'arrachant on sépare avec soin les pieds qui n'ont pas produit de semence de ceux qui en ont donné. Sans entrer dans la question, M. du Hamel juge ce triage avantageux, parce que le lin verd se rouillant plus aisément que celui qui est mûr, il arriveroit, s'ils étoient mêlés, qu'il se trouveroit nécessairement des brins pourris, ou d'autres qui ne seroient pas assez rous; dès que le lin est arraché, on le lie poignée à poignée par le petit bout, & on les fait sécher en les mettant debout les unes contre les autres; aussitôt qu'il est sec, on

l'égruge, c'est-à-dire qu'on en sépare la graine, en peignant pour ainsi dire chaque poignée avec les dents d'un râteau fin & ferre, fixé verticalement sur un banc, les graines se détachent & tombent dans un drap sur lequel le banc est posé: si quelque-une a échappé à l'égrugeoir, les coups de fléau qu'on donne aux poignées qui en sortent les font détacher; on ramasse cette graine, on la vanne, on la crible, & la plus belle étant réservée pour la semence, on porte le reste au moulin pour en faire de l'huile. La graine étant séparée du lin, on le porte au routoir, qui doit être une eau presque dormante, mais qui pourtant se renouvelle peu à peu; on le couvre de paille ou de fougère & de claies chargées de pierres, & on l'y laisse jusqu'à ce que la partie ligneuse soit assez altérée pour rompre aisément & sans plier; alors on le retire, on ouvre les poignées en éventail; on les fait sécher & on les porte dans les granges. Lorsque le lin est séché, au sortir du routoir, il ne s'agit plus que de séparer de l'écorce, qui doit se convertir en filasse, la partie ligneuse déjà attaquée par le commencement de pourriture qu'elle a essuyée au routoir: on fait pour cela trois opérations; on hâte le lin, c'est-à-dire qu'on le dessèche sur des claies, au-dessous desquelles on fait un feu de chenevottes; opération qui doit être conduite avec une grande prudence si on veut éviter le danger du feu, ou bien on l'arrange dans un four médiocrement chaud, où il ne reste point de feu; & pendant qu'il est encore chaud, on le broye, à l'aide d'une machine qu'on nomme *broye*, & en quelques provinces *maque*; elle est composée de deux pièces de bois fendues, de manière que ce qui est réservé de l'une & qui est terminé par un tranchant moufle, entre dans le vide de l'autre; elles sont jointes par un bout avec un clou ou cheville qui permet à la pièce supérieure de se mouvoir en levier de la seconde espèce, ou comme le couteau des Boulangers: cette pièce porte à son autre extrémité une poignée, & la pièce inférieure a quatre pieds qui l'élèvent à environ deux pieds six pouces de terre: c'est en serrant les poignées de lin entre ces espèces de mâchoires qu'on parvient à briser & à séparer la partie

ligneuse

ligneuſe ſans rompre l'écorce qui eſt flexible; & ſi quelque partie échappe à l'action de la broie, on la fait tomber en mettant les poignées ſur l'extrémité d'une planche un peu creuſe, & frappant la partie qui pend avec le tranchant mouſſé d'une palette de bois, qu'on nomme *eſpade*; ce qui a fait donner à cette opération le nom d'*eſpader*. On affine encore le lin en le frottant contre des corps qui aient des arêtes mouſſés, & enfin en le peignant ſur des ſerans, qui ne ſont autre choſe que des planches garnies de pointes de ſer plus ou moins fines & plus ou moins ferrées, ſuivant qu'on veut avoir de la ſilaſſe plus ou moins parfaite: on n'eſt pas communément perſuadé qu'elle exige tant d'opérations pour être réduite en cet état. Ce que nous venons de dire du lin doit auſſi s'entendre du chanvre, qui exige preſque la même culture & les mêmes préparations: la graine du chanvre ou chenevis ſert non-ſeulement à ſemer les chenevières, mais encore à faire de l'huile comme celle de lin, & de plus à nourrir les volailles.

L'eſpèce de chardon, qu'on nomme *chardon à ſoulon* ou à *lainer*, eſt encore une plante qui peut ſe cultiver utilement; ſes têtes armées de piquans forts & crochus, ſervent à retirer le poil des étoffes de laine, pour le ſeutraler après en les ſoulant, & rendre par-là leur ſuperficie plus unie, plus douce & plus chaude.

Le chardon à ſoulon exige une terre crayonneuſe, bien expoſée & ſur-tout ſans aucun abri & en plein air; en terrain bas il multiplie plus, mais il eſt de moins bonne qualité, il aime ſur-tout les terres neuves. La préparation du terrain deſtiné au chardon varie ſuivant la nature de ce terrain; en général, on lui donne un labour avant l'hiver & on répand le ſumier deſſus; on donne un ſecond labour au printemps, & on ſème ſur ce ſecond labour la graine de chardon par pincées; quelques-uns le ſèment avec le ſeigle, & alors ils croiſſent & paſſent l'hiver enſemble, en ce cas ils paſſent preſque deux ans en terre. On doit ſoigneuſement ſarcler le chardon dès qu'il a pris quelqu'accroïſſement; on en arrache où il eſt trop épais & on en repique aux places vides; on lui donne de petits labours de temps en temps, & on doit être ſur-tout attentif

à le préserver d'une plante parasite, qu'on nomme *le gras* & qui est une espèce d'orobanche; elle vit sur sa racine & l'épuise. Le chardon semé en Septembre est ordinairement mur à la fin du second printemps; on reconnoît cette maturité à ce que les têtes commencent à blanchir ou à sécher; on les coupe avec une queue d'environ un pied de long à mesure qu'elles mûrissent, & on les lie en bottes pour les porter au grenier, où on doit les conserver: la graine est mûre dès que les têtes sont sèches, & on l'en retire en les secouant; on en ramasse même souvent dans les greniers assez de celle qui est tombée d'elle-même pour en faire les semences.

La gaude, le pastel & la garence, sont encore trois plantes propres à la teinture, & que l'on cultive en grand: on emploie toute la plante de la gaude, la feuille du pastel & la racine de la garence: on y peut joindre le safran, dont les étamines servent à la Peinture, à la Médecine, & dans bien des endroits à la cuisine: leur culture fait le sujet du onzième Livre de M. du Hamel.

La gaude est une plante peu délicate, elle vient souvent d'elle-même & sans culture dans toutes sortes de terrains, mais elle est beaucoup plus belle quand elle a été cultivée; on la sème au mois de Mars dans des terres de même nature que celles qu'on choisit pour le lin; & comme sa graine est très-fine, on la mêle avec de la cendre, pour ne la pas semer trop drue: elle n'exige, quand elle est levée, d'autre soin que d'en arracher les mauvaises herbes; vers les mois de Juillet ou d'Aout, quand une partie de la graine est mûre, on arrache la gaude, qui est alors d'un jaune verdâtre; on la fait sécher, on la bat sur des draps pour en recueillir la graine la plus mûre, & on met ensuite la plante en bottes pour être vendue aux Teinturiers; il faut avoir attention de semer de la graine de la dernière récolte, celle de deux ans ne réussiroit pas: la gaude donne une teinture jaune de bon teint.

Le pastel guède ou voufde vient communément en Languedoc, en Provence & en Italie, on en cultive cependant en Normandie & même en Allemagne, & il y réussit; il

demande une terre légère, noire, douce & fertile, comme un sable gras bien amendé; il vient assez bien dans les plaines, mais mieux encore sur des côteaux exposés au midi. On doit fumer un an auparavant la terre qu'on lui destine & lui faire porter du blé, de l'oignon, &c. après la récolte de ces plantes on donne trois labours profonds, le premier en Novembre & les deux autres en Mars ou Avril, & on pratique, s'il est nécessaire, des sillons profonds ou sansureaux pour égoutter les eaux. On sème la graine de pastel dès le commencement d'Avril, mais si la saison est froide, on peut attendre jusqu'au commencement de Mai; lorsque le pastel a poussé suffisamment, on le sarcle & on lui donne quelques labours pour en chauffer les pieds; on doit être aussi très-attentif, si la graine a été semée trop drue, à ôter une partie du plan, sans cela il ne produiroit que très-peu de feuilles.

On fait communément deux récoltes de pastel; quand la saison a été bien favorable, on peut en faire trois & même quelquefois quatre, mais il faut sur-tout ne pas attendre les premières gelées pour la dernière, les feuilles ne vaudroient plus rien. On connoît que la plante est mûre à ce que ses premières feuilles commencent à se sécher; on coupe alors toutes les feuilles, observant seulement que ce n'est qu'à la dernière coupe qu'on doit emporter la tête de la racine; on met ces feuilles en tas à l'abri du soleil & de la pluie pour les faire flétrir, & on a soin de les remuer pour qu'elles le soient également; on les porte ensuite sous la meule d'un moulin semblable à ceux dont on se sert pour exprimer l'huile de lin, afin de les réduire en une pâte dont on forme des pelotes d'environ une livre; on les fait sécher à peu-près quinze jours à l'abri du soleil, & on moule ensuite cette matière dans des moules de bois de figure ovale pour en faire des *coques*, c'est le nom qu'on donne aux mottes de pastel, on fait enfin sécher ces coques sur des claies à jour, & elles sont alors en état d'être vendues. Le pastel, ainsi préparé, fournit une excellente teinture bleue; on doit réserver une petite portion du champ, dans laquelle on n'emportera pas toutes les feuilles de la plante,

à la dernière récolte , ces plantes épargnées monteront & produiront de la graine : cette plante dure deux ans , mais il faut observer de ne pas la resemmer dans le même champ qui vient d'en porter ; on lui doit faire porter la première année du blé , la seconde du millet , & la troisième il pourra être remis en pastel.

Le safran est une plante bulbeuse , c'est-à-dire à oignon ; sa fleur ressemble à une petite tulipe pointue par le bas ; cette plante exige une terre noire ou rousâtre & un peu sablonneuse ; on prépare le terrain qui doit être soigneusement épieré par trois bons labours ; le premier se donne vers Noël , le second vers le mois d'Avril , & le troisième un peu avant de planter les oignons , c'est-à-dire vers les mois de Juin ou de Juillet ; on fait alors à la houe des sillons de sept pouces de profondeur dans lesquels on arrange les oignons qu'on recouvre ensuite de terre.

Quelques-uns ont soin de dépouiller les oignons de leurs enveloppes avant de les planter , afin de voir s'ils ne seroient point affectés de quelques maladies , & en ce cas on emporte la partie malade avec la pointe d'un couteau. M. du Hamel approuve cette pratique. Le safran produit sa fleur avant ses feuilles ; on lui donne alors un ratissage ; ces fleurs s'épanouissent au commencement d'Octobre , & c'est alors le temps de la récolte ; des femmes coupent avec l'ongle ces fleurs & les mettent dans des corbeilles pour les porter à la maison , où sur le champ on les épiluche , c'est-à-dire , qu'on prend les stigmates qui sont à l'extrémité du pistil , c'est la seule partie qui soit utile , le reste n'est bon à rien : après que les fleurs sont passées , les feuilles se montrent & les safranières commencent à verdier ; elles sont vertes pendant tout l'hiver ; & au mois de Mai , quand les feuilles commencent à se faner , on les arrache pour les donner aux vaches.

Un arpent de safran bien planté , ne rapporte guère que quatre livres de safran , la seconde & la troisième il en peut donner jusqu'à vingt , chaque oignon en ayant produit d'autres qui donnent des fleurs ; mais cette multiplication oblige de

lever les oignons la quatrième année pour les replanter : les uns après les avoir levés les replantent sur le champ dans un autre terrain, car le safran épuise la terre, au moins pour cette plante, & on doit être quinze ou vingt ans sans y remettre de nouveau safran, d'autres les laissent en tas sur le champ même, d'autres enfin les serrent dans des greniers pendant quelque temps ; toutes ces pratiques paroissent également bonnes.

La partie utile du safran, après en avoir été séparée, a encore besoin d'une préparation sans laquelle elle pourriroit bientôt, elle doit être exactement desséchée ; c'est l'opération la plus délicate de toutes, & que les propriétaires des safranières se réservent ordinairement. On expose pour cela les pistils ou filets ronges séparés du reste, que nous appellerons le *safran*, sur des tamis de toile de crin, & on les place au-dessus d'un feu de braise allumée où il ne doit y avoir aucun fumeron, car il communiqueroit au safran un mauvais goût qu'il ne perdrait plus ; on le remue dans ces tamis afin qu'il se sèche plus également ; & lorsqu'il est assez sec pour se briser entre les doigts, on le met dans des boîtes doublées de papier blanc qui ferment exactement, & il est alors en état d'être vendu.

Le safran est sujet à trois principales maladies, au faussët, au tacon & à la mort.

Le faussët est une excroissance qui vient à l'oignon, & qui a effectivement la figure & la grandeur d'un faussët ; on la coupe en relevant l'oignon & elle cause peu de dommage.

Le tacon est plus dangereux, c'est une espèce de carie qui attaque l'oignon ; lorsqu'elle n'a pas pénétré trop avant, on emporte l'ulcère avec la pointe d'un couteau, & on laisse l'oignon se dessécher un peu avant que de le replanter.

Mais la maladie la plus terrible de toutes est celle qu'on nomme la *mort* ; elle mérite d'autant mieux ce nom, qu'elle est contagieuse & se communique de proche en proche. Nous n'en dirons rien ici, & nous prions le Lecteur de vouloir bien recourir à ce que l'Académie en a dit, d'après M. du Hamel, dans son Histoire de 1728 *.

Nous lui ferons la même prière à l'égard de la garence, qui

* Voy. l'éc.
1728. 1. 47.

fait le dernier article du onzième Livre de M. du Hamel, & dont il a donné à part toute la culture dans un Ouvrage particulier, duquel l'Académie a donné le précis dans son

Histoire de 1757.

Le douzième Livre contient des réflexions sur différens points d'Agriculture.

On est communément en usage dans les pays à blé, de lier les gerbes avec des liens faits de paille de seigle, ou au défaut de celle-ci, de paille de froment; mais il s'est introduit dans quelques provinces un usage pernicieux de les lier avec des harts: cet usage cause une déprédation monstrueuse dans les taillis; on coupe pour cet usage, non les brins inutiles au bois, mais les plus beaux jets: cet abus mériteroit bien d'être pros crit.

La vaine pâture est un obstacle très-considérable au progrès de l'Agriculture dans les pays où elle est établie: dans ces endroits toutes les terres sont indistinctement livrées au bétail dès que les gerbes ont été enlevées, d'où il suit que toutes les productions plus tardives, les prés artificiels, &c. ne peuvent avoir lieu dans ces endroits, & le Laboureur est dans une impossibilité absolue de se procurer aucune des ressources qu'une industrie éclairée est capable de lui donner. On sent aisément quel peut être l'abus de cet usage; cependant comme en certains cantons il est autorisé & qu'il seroit peut-être bien difficile de le détruire totalement, M. du Hamel pense qu'il suffiroit peut-être dans ces endroits de permettre à chaque Fermier de mettre en défense la trentième partie de sa terre; cet espace à l'abri du bétail, suffiroit vraisemblablement pour fournir au cultivateur les secours d'hiver dont il auroit besoin.

Les deux derniers articles de l'Ouvrage de M. du Hamel, roulent sur l'avantage que pourroient procurer les baux à longues années & la police des grains; mais ces deux points, quoique bien dignes d'attention, sont cependant trop étrangers à l'objet de l'Académie pour trouver place dans son Histoire: tout ce que nous en pouvons dire, c'est qu'on y reconnoît, comme dans tout le reste de l'Ouvrage de M. du Hamel, l'esprit du Physicien éclairé, guidé par le cœur du bon Citoyen.



ALGÈBRE.

SUR PLUSIEURS CLASSES D'ÉQUATIONS DE TOUS LES DEGRÉS

Qui admettent une Solution algébrique.

LA résolution algébrique générale des Équations seroit, V. le Men.
P. 17. pour ainsi dire, la clef universelle de toutes les Mathématiques: nul problème réduit au calcul ne pourroit arrêter un seul instant le Géomètre qui en seroit pourvu; mais il s'en faut bien que cette clef universelle soit encore entre les mains des Géomètres. L'art de résoudre les équations, c'est-à-dire d'assigner la valeur algébrique générale de leurs racines est encore extrêmement borné, il est même étonnant qu'il soit si peu avancé.

Ce n'est pas cependant à la négligence des Géomètres qu'on doit se prendre de ce peu d'avancement, les plus grands hommes des deux derniers siècles & de celui-ci ont fait tous leurs efforts pour porter la lumière dans cette partie des Mathématiques. Louis Ferrari, Tartaglia, Bombelli, Viète, Harriotte, Descartes, Newton, Haller, Stirling, Moivre, M.^{rs} Euler & Fontaine, de cette Académie, & un grand nombre d'autres célèbres Analystes, auxquels l'Algèbre doit plusieurs découvertes importantes, ont beaucoup travaillé sur la résolution des équations; mais la difficulté de la matière a jusqu'ici rendu inutiles toutes leurs tentatives, & on n'a encore aujourd'hui de méthode rigoureuse pour résoudre les équations, que jusqu'au quatrième degré, c'est-à-dire qu'on n'est pas plus avancé qu'on ne l'étoit du temps de Louis Ferrari, qui, au commencement du seizième siècle, donna le premier la résolution des équations du quatrième degré.

L'extrême difficulté de cette matière a probablement engagé plusieurs célèbres Analystes à tourner leurs recherches vers les

méthodes d'approximation qu'on emploie aujourd'hui au défaut des méthodes rigoureuses ; on ne peut pas même trop les en blâmer : ils se mettoient par-là en état, sinon de donner des solutions exactes & rigoureuses, du moins d'en approcher autant qu'on pourroit en avoir besoin, & ils ont mieux aimé se mettre à portée d'éluder la difficulté, que de travailler peut-être inutilement à la vaincre.

Cette difficulté cependant n'est pas si insurmontable qu'elle n'ait quelquefois cédé à l'adretté & à la confiance des analystes, & si on n'a pas encore obtenu la résolution générale des équations, on est au moins parvenu à obtenir celle d'une classe d'équations dans chaque degré.

C'est à M. Moivre qu'on est redevable de cette découverte. Il en a donné les principes dans les *Transactions philosophiques*, n.^o 309, où il fait voir qu'il y a pour tous les degrés impairs une classe d'équations, dans lesquelles les puissances paires de l'inconnue étant évanouies, si tous les termes de l'équation, à l'exception du premier & du dernier, qui sont arbitraires, ont entr'eux une certaine relation indiquée par M. Moivre, on aura toujours la résolution algébrique & la valeur de l'inconnue, qui sera exprimée par la somme de deux radicaux du même degré que l'équation.

Cette méthode de M. Moivre, quelque ingénieuse qu'elle fût par elle-même, n'alloit, comme on voit, qu'aux équations des degrés impairs qui avoient les conditions requises. M. Euler a complété cette série d'équations, & a fait voir dans le *Tome VII* des *Mémoires de Pétersbourg*, qu'il y avoit aussi dans les degrés pairs une classe d'équations résolubles de la même manière.

Tel étoit l'état de cette question lorsque M. Bezout a tourné ses vues de ce même côté : le *Mémoire* dont il est ici question ne contient encore qu'une partie des résultats que lui a donnés sa méthode. Nous allons essayer d'en présenter une idée.

Toute équation qui n'a que deux termes se peut toujours résoudre : si donc on pouvoit réduire toute équation à n'avoir que deux termes, on en auroit bientôt la solution ; mais on est bien éloigné de ce point, car on n'a pas encore de
méthode

méthode qui puisse faire évanouir d'une manière générale plus d'un terme dans une équation quelconque. Quelque peu fraye que soit la route pour résoudre les équations par l'écartement des termes intermédiaires, c'est cependant par cette voie que M. Bezout attaque la difficulté; nous allons bientôt voir avec quel succès: voici comment il s'y prend pour trouver les équations qu'on peut résoudre par cette méthode, & pour les résoudre en même temps.

Il prend deux équations à deux inconnues, les plus générales qu'il soit possible; il détermine, par les règles connues de l'Algèbre, deux autres équations qui ne renferment chacune que l'une de ces deux inconnues: on suppose, ce qu'il est toujours possible de faire, que l'une est l'équation même qu'il s'agit de résoudre, & que dans l'autre les termes intermédiaires au premier & au dernier puissent s'évanouir. Ces conditions déterminent les qualités particulières que doivent avoir les deux équations à deux inconnues qu'on a d'abord employées.

Par ce procédé, la résolution ne dépend plus que de trois choses; 1.^o de la résolution d'une équation qu'on a réduite à deux termes, résolution qui est toujours facile; 2.^o de la résolution d'une des deux équations à deux inconnues qu'on a employées, ce qui est toujours possible, parce qu'elle est toujours au moins d'un degré inférieur à la proposée; 3.^o enfin des équations particulières qui résultent des suppositions qu'on a faites dans le cours de la résolution. On juge bien que ce dernier article est le plus délicat & celui qui exige le plus d'adresse de la part de l'Analyse: mais en envisageant les équations, comme l'a fait M. Bezout, on rencontre infailliblement dans chaque degré à l'infini une classe d'équations où ces conditions ne mènent qu'à une équation du second degré. Essayons de la caractériser plus particulièrement.

En remontant des équations qu'on a employées pour la résolution, & que M. Bezout nomme *auxiliaires*, à celle qu'on a en vue de résoudre, on parvient à une expression de l'inconnue, qui est un composé de radicaux du degré de l'équation & de radicaux du second degré. Cette équation paroît, au

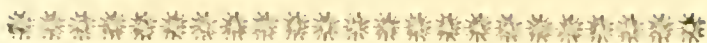
premier coup d'œil, très-composée; mais par un usage adroit du calcul, M. Bezout trouve moyen de la transformer en une autre qui représente d'une manière très-simple la valeur de l'inconnue dans toutes ces équations & la rend susceptible d'un même énoncé dans chaque degré. M. Bezout fait voir par ce moyen que dans toutes les équations de la classe dont il s'agit ici, le second terme étant évanoui, ce qu'on peut toujours supposer, la valeur de l'inconnue est exprimée par autant de radicaux moins un, du degré de cette équation, qu'il y a d'unités dans ce même degré, & que les quantités affectées de ces radicaux ne dépendent que d'une équation du second degré. Il y a plus, la méthode de M. Bezout ne suppose pas même comme une chose nécessaire l'évanouissement du second terme; d'où il suit que les quatre premiers termes d'une équation étant tels qu'on le voudra, on pourra toujours en obtenir la résolution, si les autres termes ont la condition qu'exige la méthode.

Nous n'avons jusqu'ici pu obtenir par ce moyen qu'une des racines de chaque équation dans les degrés impairs, & deux dans les degrés pairs: on sait cependant qu'il y a autant de racines dans une équation qu'il y a d'unités dans le nombre qui en exprime le degré. M. Bezout, qui n'a pas perdu de vue l'idée de réduire la résolution de ces équations à celle des équations à deux termes, a trouvé moyen d'y réussir en employant le fameux théorème de M. Cotes, sur la propriété du cercle relativement aux facteurs d'un binôme quelconque: c'est en adaptant ce théorème aux résultats de sa méthode qu'il en a tiré un moyen de représenter généralement, par une seule équation, toutes les racines de celles sur lesquelles cette méthode a prisé, en sorte qu'on peut avoir également telles de ces racines que l'on veut; avantage qu'on n'avoit pas eu jusqu'ici, même pour les équations du troisième degré.

Les équations dont nous venons de parler, dépendent, en partie, d'une équation du second degré. Lorsque cette équation a ses deux racines réelles, un calcul clair & facile donne la nature & la valeur de chacune des racines des équations qu'on se propose de résoudre; mais si l'équation du second degré a

ses racines imaginaires, & que celles des équations proposées soient toutes réelles ou toutes imaginaires, alors le calcul algébrique ne donne plus aucun résultat clair &, excepté dans un petit nombre de cas, ne se prête à aucune application numérique ni à aucune construction. On peut en voir un exemple dans les équations du troisième degré, où ce cas est nommé le *cas irréductible* : il seroit encore bien plus compliqué dans les équations dont il s'agit. M. Bezout a eu l'adresse d'écluser cette difficulté, qu'il auroit peut-être inutilement attaquée de front. Le rapport qu'il a trouvé entre ces équations rebelles, & la division du cercle en parties égales, lui a fourni un moyen de les réduire à une expression simple & naturelle, obtenant ainsi, par l'union de la Géométrie à l'Algèbre, ce que celle-ci seule refusoit presque absolument de donner. On juge bien que ce moyen met dans le cas d'employer plusieurs expressions imaginaires de sinus & de cosinus, qui deviennent nécessaires pour abréger des calculs qui, par les méthodes ordinaires, auroient été fort longs & n'auroient donné que des résultats très-obscurs : aussi M. Bezout n'a-t-il pas négligé de les employer; on ne doit jamais, même dans les Sciences, mépriser aucun de ses avantages.

Nous n'avons jusqu'ici parlé que d'une seule classe d'équations résolubles par la méthode de M. Bezout, classé à la vérité bien générale, puisqu'elle s'étend dans tous les degrés; ce n'est cependant pas la seule de cette espèce que les recherches de M. Bezout lui ont indiquée. Il trouve en général dans tous les degrés à l'infini des classes entières d'équations résolubles par la somme de 2, 3, 4, &c. radicaux du degré de l'équation, jusqu'à un nombre de radicaux moindre d'une unité que celui qui exprime le degré de l'équation. Le cas dont nous venons de parler, & ceux de M.^{rs} Moivre & Euler, ne sont eux-mêmes que des cas particuliers de cette règle générale, que M. Bezout ne fait qu'indiquer ici, en faisant espérer toute la suite de ce travail. Il est bien à souhaiter qu'il en enrichisse promptement l'Analyse.



A S T R O N O M I E.

SUR

LE SATELLITE VU OU PRÉSUMÉ
AUTOUR DE VÉNUS.Vol. III. a.
p. 101.

IL paroîtra fans doute fingulier que l'exiftence d'un Satellite autour d'une Planète auffi proche de nous que Vénus, pût être douteufe & qu'on ignore fi ce Satellite existe ou n'exifte pas : c'eft cependant ce qui partage aujourd'hui les Astronomes ; & pour mettre le Lecteur au fait de la queftion, il eft bon de rapporter ici en peu de mots ce qui s'eft fait jufqu'à préfent fur ce fujet. Dès l'année 1645, *François Fontana*, Mathématicien de Naples, affura qu'il avoit vu quatre fois ce Satellite, tantôt fur la partie éclairée de Vénus, qui étoit alors en croiffant, tantôt fur la partie obfcure, & enfin tout proche des cornes du croiffant ; mais la petitesse & le peu de perfection des inftrumens dont il fe fervoit, ne donnent pas allez de probabilité à fon obfervation pour la faire entrer ici en ligne de compte. Voici quelque chofe de plus pofitif.

Le célèbre Jean-Dominique Caffini rapporte deux obfervations qu'il avoit faites de ce Satellite, la première en 1672 & la féconde en 1686. Il avoit vu toutes les deux fois à quelque diftance de la planète, une lumière informe qui imitoit la phase de Vénus & dont le diamètre étoit à peu près la quatrième partie de celui de Vénus ; mais il ne vit cette lumière que pendant très-peu de temps, parce que les deux obfervations fe trouvèrent près du crépufcule du matin, qui les interrompit ; la conformité de la phase de cette lumière avec celle de Vénus, fa groffeur à peu-près dans la même proportion à celle de cette planète qu'à la Lune à l'égard de la Terre, lui

furent naître la pensée que ce pourroit être un satellite de Vénus; il n'osa cependant l'assurer, la retenue & la prudence sont le partage des grands hommes: il chercha soigneusement à constater l'existence de ce Satellite par de nouvelles observations; mais ce fut toujours inutilement, & jamais il n'a pu le revoir de son vivant.

Cinquante-quatre ans après, en 1740, M. Short observa le même phénomène en Angleterre, il fut même plus heureux que M. Cassini, en ce qu'il eut beaucoup plus de temps que M. Cassini & qu'il put non-seulement répéter plus de fois ses observations, mais encore y employer différens télescopes; car c'étoit avec cet instrument qu'il observoit. Il trouva toujours que la petite étoile qu'il voyoit avoit la même phase que Vénus, qu'elle n'en étoit éloignée que d'environ dix minutes, que son diamètre étoit un peu moindre que le tiers de celui de Vénus, & que sa lumière étoit moins vive que celle de la planète, quoique le Satellite parut bien terminé; la ligne tirée de son centre à celui de Vénus, formoit un angle de dix-huit à vingt degrés avec l'équateur. Telle est l'observation faite en 1740 par M. Short; mais s'il a été plus heureux que M. Cassini dans les circonstances qui ont accompagné son observation, il n'a pas mieux réussi que lui à retrouver ce Satellite, & tous ses soins ont été depuis inutiles à cet égard.

Si l'on rapproche présentement toutes les circonstances de ces deux observations, si l'on se rappelle l'habileté des deux Observateurs, la grandeur & la perfection des instrumens dont ils se servoient, l'exacte conformité qui se trouve en ce qu'ils ont remarqué l'un & l'autre, de la grandeur du phénomène, de son degré de lumière, & sur-tout de la parité de sa phase avec celle de Vénus; on aura bien de la peine à regarder ce qu'ils ont vu comme une illusion d'Optique, & à ne pas se persuader que ce soit effectivement un satellite de Vénus que M.^{rs} Cassini & Short ont observé.

D'un autre côté, comment comprendre qu'un Satellite, s'il existoit, n'eût été vu que deux fois en quatorze ans & eût ensuite échappé aux regards de tous les Astronomes pendant

plus d'un demi-siècle : on sait à la vérité que Saturne a un satellite qui dispaçoit pendant une partie de son cours ; mais ces disparitions sont réglées & ne ressembloient point du tout à celles du satellite de Vénus. On alleguerait encore inutilement qu'avant que M. Hùghens eût decouvert l'anneau de Saturne, on avoit pris quelquefois les extrémités des anses qu'il semble former à la planete, pour deux Satellites ; mais cette apparence n'étoit due qu'à la petitesse ou au peu de perfection des lunettes dont on se servoit alors, & il est hors de toute probabilité que si Vénus avoit un anneau, il eût pu échapper aux observations modernes & aux instrumens qu'on y emploie.

Dans cette circonstance, M. de Mairan a voulu voir si en supposant à Vénus un satellite réellement existant, il n'y auroit point quelque cause qui ne lui laissât la liberté de paroître que dans des cas assez rares, & il en a en effet trouvé une qui pourroit produire cet effet & qui s'accorde assez bien à tout ce que les deux Observateurs ont vu de ce Satellite.

C'est dans l'atmosphère solaire qu'il l'a trouvée : on sait que le Soleil, par sa rotation autour de son axe, écarte autour de lui une espèce de poussière lumineuse, qui forme dans le plan de son équateur un gâteau lenticulaire, qui quelquefois atteint un peu au-delà de l'orbite terrestre. C'est à cette atmosphère que M. de Mairan a déjà attribué les Aurores boréales & les queues des Comètes : c'est encore elle qui, selon lui, occasionne les longues disparitions du satellite de Vénus, ou plutôt qui ne laisse la liberté de l'apercevoir que dans des circonstances qui doivent être assez rares. Essayons de les déterminer.

Puisque l'atmosphère solaire peut s'étendre au-delà de l'orbite de la Terre, il est bien certain que l'orbite de Vénus, plus proche du Soleil d'environ un tiers que la Terre, y seroit toujours comprise si elle étoit en même plan ; mais le plan de l'atmosphère solaire est le même que celui de l'équateur du Soleil, qui fait, avec l'ecliptique, un angle de $7^{\text{d}} \frac{1}{2}$, tandis que la plus grande latitude de Vénus, vue du Soleil, est seulement de $3^{\text{d}} \frac{1}{2}$; il pourra donc arriver que lorsque l'atmosphère solaire

souffrira quelque diminution, tant dans sa longueur que dans son épaisseur, la planète de Vénus & son satellite, ou se trouvent totalement hors de cette atmosphère, ou plongés seulement dans sa partie la plus claire; hors de là l'une & l'autre planète en seront enveloppées, & le Satellite ne pourra plus être que point du tout, ou très-difficilement aperçu. On sait que la lumière des grandes Étoiles est ternie quand on les voit à travers l'atmosphère solaire, & que les petites disparaissent absolument dans ce cas. Il y a plus, le Satellite doit souffrir une bien plus grande diminution de lumière que les Étoiles, & même que la planète. Tout corps planétaire est doué d'une force centrale, qui retient toutes les parties autour du centre & leur fait prendre une forme sphérique: cette force agit non seulement sur la matière propre de la planète, mais elle s'exerce en raison renversée des distances sur tout ce qui se trouve dans la sphère de son activité. Il suit même des principes de M. Newton, que plus une planète est petite, plus sa densité & sa force centrale augmentent: il doit donc nécessairement arriver que Vénus & son satellite se chargent de la matière de l'atmosphère solaire, dans laquelle ils sont plongés l'un & l'autre, mais le Satellite en sera bien plus enveloppé & bien plus obscurci que la planète, 1.^o parce qu'il est plus petit, & qu'en cette qualité il en prend plus à proportion, 2.^o parce que le mouvement de rotation de Vénus dissipe en partie cette enveloppe en la chassant vers ses pôles, au lieu que le Satellite, qui vrai-semblablement n'a pas le même mouvement, en est enveloppé & obscurci; il peut même se faire qu'il en garde une partie lors même qu'il se trouve hors de cette atmosphère, ce qui le rendra toujours moins brillant.

De toute cette théorie, on peut conclure, avec M. de Mairan, qu'en supposant même l'existence du satellite de Vénus, on ne pourra le voir que dans trois cas; 1.^o lorsque l'atmosphère solaire ne s'étendra pas jusqu'à l'orbe de Vénus, 2.^o lorsque s'étendant jusqu'à cet orbe, son épaisseur sera assez diminuée pour que Vénus se trouve au-dessus ou au-dessous, 3.^o enfin

lorsque l'atmosphère & l'enveloppe du Satellite seront assez rares pour ne pas éteindre toute sa lumière.

Il est aisé de voir combien de causes purement accidentelles entrent dans la production de ces circonstances, & combien par conséquent il est difficile de les prévoir; on peut cependant s'aider de valeurs hypothétiques dans un calcul de cette espèce, & peut-être à force de les varier on pourroit, à l'aide du peu de données qu'on a sur cette matière, parvenir à rendre les observations du satellite de Vénus un peu moins dépendantes du hasard.

C'est encore à la matière de l'atmosphère rassemblée autour de Vénus, que M. de Mairan croit devoir rapporter un anneau d'une lumière différente du reste du Soleil, qui a constamment accompagné Vénus dans tout le temps de son passage sur le Soleil, que lui & plusieurs autres Astronomes ont remarqué. Il ne se dissimule pas que l'atmosphère propre de Vénus, si elle en a une, n'y pût entrer pour quelque chose, mais il est toujours permis de hasarder une conjecture en pareille matière, & M. de Mairan ne la donne que pour telle.

Quoi qu'il en soit, il résulte bien clairement de son Mémoire, que le satellite de Vénus peut exister & ne se faire voir cependant que rarement, & que par conséquent les Astronomes ne doivent rien négliger pour s'assurer d'un objet si intéressant, soit en multipliant leurs observations pour trouver les circonstances favorables, soit en redoublant leurs efforts pour perfectionner les instrumens. On touche peut-être au moment d'en avoir d'assez parfaits pour nous faire démêler ce Satellite, malgré le voile qui l'a presque toujours jusqu'ici dérobé aux yeux des Observateurs.

SUR LA MANIÈRE DE CALCULER L'ÉQUATION DU TEMPS.

V. les Mém.
p. 131.

ON fait assez généralement qu'une pendule bien réglée ne suit pas & ne peut pas même suivre plusieurs jours l'heure indiquée par le Soleil sur un bon cadran, & qu'elle s'en écarte

écarter plus ou moins selon les différentes saisons de l'année. Cette différence est ce qu'on appelle *l'équation du temps*, & il s'agit ici de la manière de la déterminer & de la question qui s'est élevée à ce sujet ; mais avant que de l'exposer, il ne sera peut-être pas inutile de remettre sous les yeux les principes sur lesquels ce calcul est fondé.

Le jour naturel est l'espace de temps compris depuis un passage du Soleil au méridien jusqu'au passage suivant ; il est donc composé d'une révolution entière du premier mobile, plus de la portion de temps qui répond au chemin que le Soleil a fait dans l'écliptique pendant cette révolution. Les révolutions du premier mobile ou du globe terrestre sont égales entr'elles ; mais la portion de temps qui répond au mouvement du Soleil ne l'est nullement ; elle est inégale par deux raisons, la première, parce que des portions égales de l'écliptique, rapportées par des méridiens sur l'équateur, y donnent des arcs inégaux, & que ce sont cependant les arcs de l'équateur qui mesurent le temps, d'où il suit que les portions égales de l'écliptique ne répondant pas à des arcs égaux de l'équateur, quand même le Soleil iroit d'un pas égal sur ce premier cercle, son mouvement, rapporté sur l'équateur, seroit inégal. Pour s'en former une idée plus nette, qu'on imagine deux Soleils partant tous deux en même temps du point de l'équinoxe & allant également, l'un sur l'équateur & l'autre sur l'écliptique ; il est clair que si à chaque point qu'on voudra, on fait passer un méridien par le Soleil supposé sur l'écliptique, ce méridien n'ira pas rencontrer celui qu'on a supposé sur l'équateur, & qu'à cause de l'obliquité des deux cercles, il coupera toujours l'équateur en un point différent, excepté aux points équinoxiaux où les deux Soleils se rencontreront, & aux points solsticiaux où ils auront tous deux même méridien ; il est donc bien certain que quand même le Soleil parcourroit l'écliptique d'un mouvement égal, la portion diurne de ce mouvement, rapportée sur l'équateur, ne le seroit pas, & que les jours naturels, composés d'une révolution du premier mobile & de cette partie, ne le seroient pas non plus.

Hist. 1762.

Q

leur inégalité de ce chef seroit la différence entre la marche des deux Soleils réduite en temps ; mais ce n'est pas seulement de ce chef que les jours sont inégaux : il s'en faut bien que la marche du Soleil dans l'écliptique soit uniforme , il va tantôt plus , tantôt moins lentement , & il suit de-là que la différence entre le mouvement du Soleil supposé allant uniformément sur l'équateur , & l'endroit du même cercle coupé par le méridien qui passe par le vrai Soleil , ou , ce qui revient au même , l'ascension droite vraie du Soleil , sera encore plus variable. Cette différence en causera donc nécessairement une dans la durée des jours ; & pour la connoître , on cherchera séparément à évaluer en temps les deux causes de cette inégalité , c'est ce qu'on appelle *construire les Tables de l'équation du temps* ; il ne s'agit pour cela que de réduire , d'une part , en temps la différence entre le mouvement moyen du Soleil & son ascension droite , de l'autre , la portion de l'équateur qui répond à l'inégalité du mouvement du Soleil , ou , ce qui revient au même , à son équation.

Mais en quelle espèce de temps faudra-t-il convertir cette portion de l'équateur dont nous venons de parler ? sera-ce en parties de la révolution du premier mobile ? sera-ce en parties du jour solaire moyen ? c'est à quoi se réduit la question dont il s'agit dans le Mémoire de M. de la Lande.

Il pense que cette réduction doit se faire en parties du temps solaire moyen ou à raison de 15 degrés par heure , & en cela il s'éloigne du sentiment de feu M. l'abbé de la Caille , qui pensoit qu'on devoit faire la réduction des parties de l'équateur qui répondent à l'équation du temps , à raison de $15^d\ 2'\ 28''$ par heure , c'est-à-dire en comptant 24^h pour $360^d\ 59'\ 8''$, au lieu que dans l'usage ordinaire on compte seulement 360^d pour 24^h . Nous allons exposer les raisons que M. de la Lande a eues pour s'en tenir à l'ancien usage.

Le temps moyen , marqué par une horloge réglée sur le mouvement du Soleil , est le seul temps dont on puisse faire usage dans l'Astronomie ; le temps vrai ou apparent étant nécessairement inégal , ne peut faire une échelle de numération ;

toutes les époques , toutes les révolutions célestes font en temps moyen ; l'équation du temps est donc la différence entre l'ascension droite vraie du Soleil & sa longitude moyenne, prise sur l'équateur , exprimée en temps moyen. Voyons comment on doit entendre cette expression.

Pour cela, reprenons la supposition que nous avons faite de deux Soleils partant en même temps du premier point d'*Arès*, pour aller l'un toujours également sur l'équateur, & l'autre inégalement sur l'écliptique. Du point de l'écliptique où se trouve le vrai Soleil au 6 Novembre, abaïssons un cercle perpendiculairement sur l'équateur ; ce cercle, qui sera un méridien, marquera sur l'équateur l'ascension droite vraie du Soleil, qui se trouvera pour lors éloignée de 4 degrés du Soleil supposé allant uniformément sur l'équateur ; le vrai Soleil & le Soleil supposé ne passeront donc pas au méridien en même temps, & la différence de leurs passages sera égale au temps qui s'est écoulé pendant le passage de ces 4 degrés par le méridien. Voyons donc comment on doit les évaluer. Il est certain que c'est sur le mouvement de la pendule qui marque 24 heures d'un passage par le méridien du Soleil moyen au suivant ; or cette révolution est certainement de 360 degrés, sans plus ni moins : donc les 4 degrés doivent être évalués à raison de 15 degrés par heure, & non à raison de 15^d 2' 28". On doit donc les compter pour 16 minutes, qui seront la véritable équation du temps, & non pour 15' 57", que donneroient les 4 degrés, à raison de 15^d 2' 28" par heure. Veut-on s'en convaincre plus parfaitement, qu'on fasse attention que le Soleil étant alors dans le temps de sa plus grande équation, & cette équation n'augmentant ni ne diminuant, les deux Soleils seront toujours distans l'un de l'autre de 4 degrés. Or, en cette situation, l'un & l'autre emploiera précisément 24 heures à faire son tour, ou 360 degrés ; donc les 4 degrés qu'il y a entr'eux mettront exactement à passer 16 minutes, & non 15' 57".

Pour en donner encore une nouvelle preuve, examinons le cas où 4 degrés d'ascension droite ne devroient faire que

15' 57", & pour cela supposons deux étoiles qui diffèrent en ascension droite de 4 degrés, & voyons combien il y aura de temps entre leurs passages au méridien.

Si on suppose deux étoiles, dont l'ascension droite diffère de 4 degrés, & qu'on demande combien de temps il doit y avoir entre le passage de l'une & de l'autre au méridien, voici comment il faudra raisonner. La révolution diurne d'une étoile n'est que de 23^h 56' de temps à une horloge réglée sur le moyen mouvement du Soleil : on fera donc comme 360^d, révolution diurne de l'étoile, est à 23^h 56' ; ainsi 4^d, distance entre les deux étoiles, est à 15' 57". Or, si les deux étoiles immobiles l'une par rapport à l'autre, & qui n'emploient que 23^h 56' à faire leur révolution, doivent mettre 15' 57" à parcourir les 4 degrés d'ascension droite dont elles diffèrent, le Soleil mobile dans un sens contraire à celui de la révolution diurne, & qui emploie précisément 24 heures à retourner au méridien, doit mettre 16 minutes entières à parcourir ces mêmes 4 degrés ; les 3 secondes de plus répondent à la petite portion d'espace qu'il a parcourue pendant ce temps dans l'écliptique.

Toutes ces raisons déterminent M. de la Lande à penser que la Table de l'équation du temps, qui se trouve dans les Tables du Soleil de feu M. l'abbé de la Caille, doit être corrigée suivant les principes que nous venons d'établir, & il a fixé lui-même, dans une petite Table jointe à son Mémoire, la correction qui doit y être faite, & qui monte tout au plus à 2",6. Quoique cette erreur soit petite, comme elle pouvoit tirer à quelque conséquence, M. de la Lande a cru devoir la relever, & n'a pas cru manquer à la mémoire de feu M. l'abbé de la Caille, en faisant cette légère correction dans un Ouvrage déjà consacré à l'immortalité par le jugement des Astronomes ; c'est moins y relever une faute qu'y ajouter un nouveau degré de perfection. S'il faut que les ouvrages des hommes pèchent toujours par quelque endroit, M. l'abbé de la Caille ne pouvoit certainement payer un moindre tribut à l'humanité.

SUR

LA COMÈTE QUI A PARU EN 1762.

LA théorie des Comètes fait aujourd'hui un des objets des plus intéressans de l'Astronomie moderne: on sait que ces Astres sont des planètes assujetties, comme les autres, à circuler autour du Soleil & qu'elles n'en diffèrent que par l'énorme longueur de leurs orbites, & parce qu'elles n'ont vraisemblablement aucun mouvement de rotation sur elles-mêmes. Ces astres, autrefois si redoutés, ne sont plus que l'objet des soins & des recherches des Astronomes: celle qui a paru pendant les mois de Mai & de Juin de cette année, n'a point échappé aux observations de nos Astronomes; ils l'ont exactement suivie, & nous allons rendre compte de leur travail.

La Comète dont nous parlons fut découverte à la Haie le 17 Mai par M. Klinkenberg, Correspondant de l'Académie, qui ne manqua pas de lui en faire part: elle paroissoit à la lunette comme une étoile de la quatrième ou cinquième grandeur, environnée d'une foible nébulosité. On avoit peine à l'apercevoir à la vue simple; elle étoit alors dans la constellation de la grande Ourse, fort proche de celle du Lynx, ayant une longitude de $2^{\text{e}} 8^{\text{d}} 15'$ & une latitude boréale de $44^{\text{d}} 10'$.

Aussitôt qu'on fut informé de son apparition, M.^{rs} Maraldi, de la Lande, Bailly & Messier la cherchèrent & la comparèrent aux étoiles les plus voisines. M.^{rs} Maraldi & de la Lande ont communiqué séparément à l'Académie leurs observations & les élémens qu'ils en ont déduits pour la théorie de cette Comète.

V. les Mém.
pp. 557 &
562.

Avoir fixé par les observations la route d'une Comète dans le ciel étoilé, n'est pas, à beaucoup près, avoir décrit son orbite dans le système solaire: un Astronome placé dans le Soleil l'auroit déterminée par ces observations, mais nous voyons la Comète de dessus la Terre; & comme l'orbe annuel a.

communément un rapport très-sensible avec la partie de l'orbite d'une Comète qu'elle parcourt pendant son apparition, il arrive nécessairement que les lieux de la Comète, vus de la Terre, diffèrent prodigieusement de ceux que la même Comète paroîtroit avoir, vue du Soleil. La fameuse Comète de 1759 parut dans la constellation de l'Hydre, dans une partie du ciel toute opposée à celle où on l'avoit vue en 1682, quoiqu'elle fût à très-peu près dans la même partie de son orbite, & uniquement parce que la Terre occupoit une partie de la sienne, différente de celle qu'elle avoit occupée en 1682.

Il faut donc réduire la route apparente de la Comète dans le ciel étoilé à celle que lui verroit parcourir un observateur placé au centre du Soleil. On sent assez combien ce calcul doit être pénible & combien on est obligé de faire de fautes positions avant que d'avoir trouvé celle qui satisfait aux observations.

Pour épargner une partie de ce calcul, M. de la Lande emploie une méthode graphique très-ingénieuse : il décrit un grand cercle qui représente l'orbite de la Terre, au centre duquel on place le Soleil, n'étant pas nécessaire pour l'opération d'avoir égard à l'excentricité.

On place sur ce cercle la Terre dans les positions qu'elle avoit aux jours des observations de la Comète; & ayant tiré de ces points des lignes allant au centre ou au Soleil, on tire de chacun de ces mêmes points des lignes indéfinies, faisant avec les premières des angles égaux à ceux des distances apparentes de la Comète au Soleil, réduites à l'écliptique. Il est clair que la position réelle de la Comète se trouvera chaque jour sur la ligne qui exprime pour ce jour-là sa position apparente; reste à savoir à quel point de chaque ligne. Or voici comment on le peut déterminer.

La théorie Newtonienne nous enseigne que si on partage l'orbite d'une planète en parties quelconques, & que de ces divisions on mène des lignes au Soleil, ces lignes formeront des espèces de secteurs ou triangles, dont l'aire sera toujours proportionnelle au temps pendant lequel la partie de l'orbite

elliptique qui leur sert de base, a été parcourue par la planète.

D'après ce principe, on cherchera donc sur les lignes qui vont de la Terre à la Comète des points tels, que menant de tous ces points des lignes au Soleil, ces lignes forment des triangles dont les aires soient proportionnelles aux temps écoulés entre les observations, & ces points seront des points de la courbe que décrit la Comète. Si donc on fait passer par ces points une parabole, ce qui ne différera pas sensiblement de l'ellipse pour la petite partie qu'a parcourue la Comète, on aura l'orbite de la Comète réduite à l'écliptique : on a d'ailleurs ses latitudes vues de la Terre, qu'on réduira aux latitudes vues du Soleil au moyen des distances données par les opérations que nous venons de décrire. On pourra donc avoir l'inclinaison de son orbite, le lieu de son nœud, la position du grand axe de l'orbite, le passage par le périhélie, en un mot tous les élémens de la théorie, qu'il ne s'agira plus que de vérifier par un calcul, dont les opérations graphiques ont supprimé la plus grande partie.

C'est à l'aide de cette méthode que M. de la Lande ayant calculé, suivant ses propres observations & suivant celles de M. Messier, a déterminé que la Comète avoit passé par son périhélie le 29 Mai à 3^h 27' du matin, qu'elle étoit pour lors plus éloignée de la Terre que le Soleil d'environ un centième de la distance du Soleil, ou 33000 lieues, que le lieu du périhélie étoit à 15^d 15' de l'Écrevisse, que le Nœud ascendant étoit à 19^d 20' des Poissons, que l'inclinaison de l'orbite étoit de 84^d 45', & qu'enfin cette Comète alloit suivant l'ordre des Signes.

Les mêmes élémens ont été déterminés par M. Maraldi : l'accord qui se trouve entre ces déterminations & leur conformité aux observations, prouvent également & l'exactitude des Observateurs & la bonté des méthodes de l'Astronomie moderne.

Le novau de cette Comète a paru assez lumineux, mais mal terminé; elle avoit une petite queue opposée au Soleil. Si elle avoit passé par son périhélie au commencement de

l'évrier, elle auroit pu approcher assez près de la Terre pour être très-visible ; il faut même qu'elle soit assez grosse, & peut-être plus que la Terre, puisqu'on la voyoit encore lorsqu'elle étoit à une distance presque double de celle du Soleil, c'est-à-dire à environ soixante millions de lieues.

En comparant l'orbite de cette Comète avec celles de quarante-huit autres, qui nous sont connues par les observations anciennes, on n'en trouve aucune qu'on puisse soupçonner d'être la même. C'en est donc une toute nouvelle ou pour parler plus juste dont la route nous étoit totalement inconnue. Si on veut faire attention au point où en est présentement l'Astronomie des Comètes, & le comparer à celui où elle étoit au commencement de ce siècle, on sera certainement étonné des progrès qu'elle a faits en aussi peu de temps.

SUR LES

OBSERVATIONS SOLSTICIALES

FAITES A SAINT-SULPICE.

V. les Mém.
p. 263.

ON ne fait pas encore bien certainement si l'obliquité de l'écliptique est constante ou variable, les sentimens des Astronomes sont partagés sur ce point : le moyen le plus sûr de résoudre cette question, est certainement d'observer exactement les hauteurs solsticiales du Soleil pendant un grand nombre d'années.

M. le Mommier a suivi cette méthode ; il a employé à cet usage les observations faites année par année, depuis dix-huit ans, au gnomon qu'il a établi lui-même dans l'église de Saint-Sulpice : ce gnomon est composé d'un objectif de 80 pieds de foyer, dont l'axe est fixé dans le plan de la méridienne ; l'image du Soleil y est reçue sur un marbre blanc fixé dans le carreau de l'église, & ce marbre est couvert toute l'année d'une plaque de bronze, qu'on ne lève que pour faire les observations. Le grand axe de cette image a sur le marbre 9 pouces $7\frac{1}{2}$ lignes, & une ligne répond à $16''\frac{1}{2}$; d'où il suit qu'une seconde y est

y est très-perceptible, puisqu'elle est à très-peu près la seizième partie d'une ligne.

Les observations que M. le Monnier donne dans ce Volume, comprennent celles qui ont été faites depuis 1744 jusqu'en 1763; celles de 1764 n'ont pu y avoir place, parce que cette partie du volume étoit déjà imprimée quand elles ont été faites. Comme cependant il étoit utile qu'elles parussent à la suite des autres, nous avons cru que le Public nous sauroit gré de les insérer dans cette Histoire; les voici telles qu'il nous les a communiquées.

« Les termes du grand axe de l'image du Soleil, gravés sur le marbre en 1745, sont marqués par des traits noirs « d'une épaisseur assez sensible pour être vus sans loupe; ces « termes ont été gravés dans la plus grande élévation du Soleil, « c'est-à-dire lorsque le nœud de la Lune étoit dans le Bélier. »

Le 20 Juin 1764, le Soleil étant parfaitement bien terminé & le ciel sans nuages, l'image du Soleil a paru comprendre les deux termes, c'est-à-dire qu'elle débordoit d'un sixième de ligne du côté du sud, & d'un tiers de ligne du côté du nord, le Soleil étoit alors de 4 secondes au-dessous du Tropicque; d'où il suit qu'en faisant la réduction, l'image du Soleil se trouve être revenue au même point précisément où elle étoit lorsque le lieu du nœud de la Lune se trouvoit, il y a dix-huit ans, au commencement du signe du Bélier; d'où l'on doit conclure que la prétendue diminution de l'obliquité de l'écliptique, à raison d'une minute en cent ans, n'a pas été sensible à un instrument qui donne, en pareils cas, les hauteurs mieux qu'à 5 secondes près ».

Il paroît donc résulter de la suite des observations, faites au gnomon de Saint-Sulpice, & communiquées par M. le Monnier, que l'obliquité de l'écliptique n'a eu d'autres variations que celles qu'y occasionnent la nutation dont nous avons parlé en 1745 *, & dont on trouvera les principes en ce volume dans l'Éloge de M. Bradley; il faudroit donc abandonner la diminution absolue de l'écliptique, que la comparaison des observations anciennes aux modernes, semble donner de 45

Hist. 1762.

R

* Voy. *Hist.*
1745. P. 58.

seconde en un siècle, ou au moins la supposer beaucoup plus petite, puisqu'elle n'auroit produit aucune différence sensible dans l'espace de dix-huit ans, & il paroît effectivement que M. le Monnier inclineroit à la regarder comme très-petite.

S U R L A M A N I E R E

*De concilier les Observations de Saint-Sulpice avec
la diminution de l'obliquité de l'Écliptique.*

V. les Mém.
p. 267.

NOUS venons de rendre compte dans l'article précédent, des Observations sollicitées de M. le Monnier, & des inductions qu'il en tire contre la diminution de l'obliquité de l'écliptique, supposée de 45 secondes par siècle.

M. de la Lande ne pense pas cependant qu'on doive encore se presser d'abandonner la supposition d'une diminution constante dans l'obliquité de l'écliptique, & voici comment il prétend concilier cette diminution avec les observations faites au gnomon de Saint-Sulpice.

En supposant, d'après la comparaison des anciennes observations avec les modernes, d'après celles de M. l'abbé de la Caille & celles de M. de la Lande, & enfin d'après la théorie Newtonienne, la diminution de l'obliquité de l'écliptique de 45 secondes par siècle, elle aura dû varier en dix-huit ans de 8 secondes; or 8 secondes répondent sur le marbre du gnomon à un espace d'une demi-ligne, & il est bien certain que cette diminution auroit dû y être aperçue, si on suppose l'instrument exempt de toute variation; mais M. de la Lande ne pense pas que cette supposition soit légitime, il a trouvé, par le calcul trigonométrique, qu'en supposant que le mur de face du portail qui supporte l'objectif ait baissé seulement d'une ligne, cette variation a dû faire absolument disparaître celle qui auroit été causée par la diminution réelle de l'obliquité de l'écliptique. Or, quelque bien fondé, quelque bien bâti que soit ce portail, est-il bien probable qu'un mur de

quatre-vingts pieds de hauteur, dont le poids est immense & qui est encore chargé d'un portail assez massif, n'ait pu baïsser en dix-huit ans d'une ligne, sur-tout un mur bâti depuis peu d'années, & qui n'a pas encore acquis toute sa consistance? Il est au contraire très-naturel de soupçonner qu'il a pu s'affaiblir; & une des plus grandes preuves qu'on puisse donner de sa solidité, est qu'il ait varié si peu. M. de la Lande en conclut que les observations faites avec un quart-de-cercle de six pieds, bien divisé, & qu'on peut vérifier en tout temps, doivent être préférées, pour des recherches aussi délicates que celles dont il s'agit, à celles qu'on peut faire avec des gnomons même très-grands, qui ne peuvent jamais être exempts de quelque soupçon d'incertitude.

SUR LA CAUSE DU MOUVEMENT OBSERVÉ DANS LES NŒUDS

Du troisième & du quatrième Satellites de Jupiter.

IL est constant, par la théorie de l'attraction, qu'une Planète attirée par une autre, qui se meut du même sens dans une orbite concentrique à la première, produit dans les nœuds de la première un mouvement en sens contraire à celui de la Planète attirante.

V. les Mém.
p. 230.

Mais il faut bien faire attention que ce mouvement en sens contraire est celui du nœud ou de l'intersection des deux orbites, & qu'il pourroit très-bien arriver que ce mouvement, rétrograde, par exemple, sur l'orbite de la planète attirante, devint direct si on le rapportoit à l'intersection de l'orbite de la planète attirée avec un troisième plan. Nous avons expliqué l'année dernière * toute cette théorie, en parlant d'un Mémoire de M. de la Lande sur les Nœuds des Planètes principales; voici encore une application du même principe à la théorie du mouvement des nœuds des satellites de Jupiter. La sagacité des Astronomes modernes & leur assiduité à bien observer,

* Voy. Hist.
1761, p. 134.

leur a fait déterminer , avec une précision presque incroyable ; la position des orbites des Satellites, leurs inclinaisons, le lieu & le mouvement de leurs nœuds ; le mouvement de ces nœuds est direct , quoique celui des nœuds de la Lune, satellite de la Terre, soit rétrograde, c'est de cette différence qu'il est question de rendre raison.

La Lune suit absolument la règle que nous venons d'indiquer : l'attraction qu'elle éprouve de la part du Soleil rend le mouvement de ses nœuds rétrograde sur l'écliptique orbite de la planète attirante.

Mais les satellites de Jupiter sont dans un cas bien différent. L'action du Soleil sur eux est physiquement nulle, ou du moins si petite qu'on la peut négliger ; le mouvement de leurs nœuds n'est par conséquent dû qu'à l'action mutuelle des Satellites les uns sur les autres : il devoit donc en résulter un mouvement rétrograde dans leurs nœuds, c'est-à-dire dans les intersections respectives de leurs orbites, & ce mouvement a effectivement lieu ; mais ce que nous appelons *nœud d'un Satellite*, n'est pas l'intersection de son orbite avec celle d'un autre Satellite, mais celle de cette orbite avec celle de Jupiter, à laquelle on rapporte toutes celles des Satellites. Or M. de la Lande démontre que dans ce cas le mouvement rétrograde du nœud d'un Satellite sur l'orbite du Satellite attirant, en doit produire un direct dans le nœud du même Satellite sur l'orbite de Jupiter, conformément au principe dont nous avons parlé l'année dernière, & la théorie, qui sembloit, en ce point, contredire les observations, leur devient tout-à-fait conforme.

Il suit de-là que, suivant que les orbites auront des inclinaisons plus ou moins différentes, le mouvement des nœuds augmentera ou diminuera. M. de la Lande fait voir qu'il y a un cas dans lequel le mouvement du nœud cesseroit absolument, du moins pour le quatrième Satellite ; car il n'a appliqué la théorie qu'à ce Satellite & au troisième. Il suit encore que le mouvement des nœuds de ces deux Satellites sur l'orbite de Jupiter, doit être direct, celui seulement des nœuds du quatrième plus grand que celui du troisième, & qu'enfin ces

mouvements peuvent changer jusqu'au point de devenir nuls ou rétrogrades, si la situation respective des nœuds & des inclinaisons des orbites venoit à changer jusqu'à un certain point; on ne doit pas même regarder ceci comme une pure supposition: du mouvement des nœuds, il doit nécessairement résulter une variation dans les inclinaisons des orbites; mais M. de la Lande réserve cette discussion pour un autre Mémoire. Combien de bizaneries apparentes peut produire dans la Nature l'exécution constante d'une même loi!

SUR UNE NOUVELLE MANIERE

De trouver, avec une très-grande précision, le mouvement horaire de Vénus ou de Mercure dans leurs passages sur le Soleil.

UN des plus grands avantages de l'observation des passages de Vénus & de Mercure sur le Soleil, est de fixer avec la plus grande précision, l'inclinaison de l'orbite de ces planètes avec l'écliptique & la position de leur nœud. En effet, comme le nœud de ces planètes est toujours assez voisin de la conjonction dans ces observations, la trace de la planète sur le disque du Soleil, déterminée par les points observés, donne, avec une très-grande précision, cette portion de l'orbite de la planète, & par conséquent son inclinaison à l'écliptique & la position de son nœud: on a pour lors, presque sans calcul, plus de points de l'orbite en deux heures de temps qu'on n'en obtiendrait en plusieurs mois avec bien du travail hors de cette circonstance.

V. les Mém.
p. 96.

Mais il est nécessaire aussi, pour faire usage de cette circonstance si favorable, de connoître, avec toute la précision possible, la quantité de mouvement que la planète fait en une heure, ce qu'on appelle son *mouvement horaire*. La moindre erreur dans cet élément, pourroit en introduire de très-considérables dans les résultats, & par conséquent les Astronomes ne peuvent s'appliquer avec trop de soin à le rechercher.

Cette recherche, que M. de la Lande a entreprise, étoit d'autant plus nécessaire, que par les méthodes ordinaires on ne pouvoit guère s'assurer qu'à 10 ou 15 secondes près de la quantité de l'inclinaison de l'orbite, qu'on trouvera certainement avec bien plus de précision par la méthode de M. de la Lande, qui pourroit donner le mouvement horaire à un centième de seconde près, au lieu que le calcul ordinaire par les Tables y laisse toujours une demi-seconde d'incertitude. Nous disons qu'elle pourroit donner, car il faudroit pour cela que tous les élémens qu'on est obligé d'employer dans ce calcul fussent susceptibles de la même précision, mais en l'état où ils sont on en peut espérer une très-grande, & examiner, sans le secours des Tables, les différentes suppositions qu'on est obligé de faire & ce qui doit résulter des élémens qu'on emploie directement à trouver le mouvement horaire & ses inégalités pendant le temps du passage; élément jusqu'ici négligé par les Astronomes, & dont le défaut a dû introduire bien des incertitudes dans leurs résultats.

Cette méthode, dont nous ne pouvons donner ici que la plus légère idée, consiste à rechercher, au moyen de l'excentricité & de la distance de la planète, supposées connues, quel doit être dans le temps donné le mouvement vrai de la planète. M. de la Lande trouve alors, par un calcul algébrique assez simple, ce qu'on doit ajouter ou retrancher de ce mouvement vrai pour avoir le mouvement moyen, & c'est ici la pierre de touche du calcul. Comme ce mouvement moyen est assez bien connu par les Tables, si le résultat qu'on obtient par le calcul, se trouve conforme au mouvement moyen qu'elles indiquent, on peut s'assurer que le calcul est bon; mais si au contraire il y avoit de la différence, il faudroit revenir sur ses pas, & chercher lequel des élémens a besoin d'être corrigé, ce qui se trouvera toujours assez facilement; après quoi on réduira le mouvement horaire ainsi trouvé à l'écliptique, par le calcul trigonométrique.

Ce mouvement horaire est celui qu'observeroit un Astronome placé dans le Soleil; mais il est aisé d'avoir celui qui doit être vu de la Terre. Comme ces deux Observateurs & la

planète font en ce cas dans une même ligne droite, les mouvemens horaires qu'ils observeront ne peuvent différer qu'en ce qu'ils seront proportionnels aux distances, & en ce qu'ils les verront se faire dans des sens opposés; il ne sera donc question que de les augmenter ou de les diminuer, & de tenir compte du changement apparent que le mouvement de la Terre y peut causer. Combien d'attentions nécessaires pour la détermination des élémens de la théorie des planètes, dont on n'avoit pas il y a moins d'un siècle la plus petite connoissance!

OBSERVATION.

M. DE LA NUX, Correspondant de l'Académie à l'Isle de Bourbon, a mandé à M. Pingré, qui l'avoit prié de comparer plusieurs Étoiles du ciel austral, qu'il s'étoit servi pour cette opération d'un moyen singulier. Ce moyen consistoit à regarder les étoiles à travers des corps diaphanes un peu nébuleux & plus ou moins épais: telle étoile qui étoit visible à travers un corps diaphane d'une certaine épaisseur, cessoit de l'être dès qu'on employoit un corps semblable, mais plus épais. Avec des transparens de diaphanéité égale, mais d'épaisseurs différentes & graduées, on pourroit parvenir à classer les étoiles d'une manière bien plus sûre que par l'estime; on pourroit même s'assurer si de certaines étoiles qu'on soupçonne d'être variables, le sont réellement, puisqu'en cas d'augmentation ou de diminution de leur lumière, il faudroit employer des transparens plus ou moins épais. Ce moyen a paru assez simple & assez ingénieux pour mériter que l'Académie en fit part au Public, & invitât les Astronomes à en essayer l'usage.

Nous renvoyons entièrement aux Mémoires,
 L'Observation de l'Éclipse du quatrième satellite de Jupiter, du 25 Janvier 1762, par M. Maraldi. V. les Mém. p. 74.
 L'Observation de l'Éclipse du Lune, arrivée la nuit du 7 au 8 Mai, par le même. p. 170.

- V. les Mém. 136 HISTOIRE DE L'ACADÉMIE ROYALE
p. 205. L'observation de la même Éclipse, par M. le Monnier.
p. 258. L'Écrit de M. de la Lande, intitulé; Observation qui prouve
que le diamètre apparent de Vénus ne diminue pas sensiblement,
lors même qu'il est vu sur le disque du Soleil.
p. 491. La Réponse à cet Écrit, par M. le Monnier.
p. 262. L'Observation de quelques phases de l'Éclipse de Soleil du
17 Octobre, faite à la Mormalre près Montfort-l'Amaury,
par M. de Fouchy.
p. 486. L'Écrit de M. le Monnier, sur le mouvement apparent du
Soleil & sur la nécessité de recourir uniquement aux observations
du siècle précédent & de celui-ci, pour en deduire le
mouvement du nœud de Venus.
p. 570. L'Observation du passage de Vénus sur le Soleil, du 6 Juin
1761, avec la détermination de la conjonction & de la
position de son Nœud, par M. Jeaurat.
-

CETTE année parut un Ouvrage de M. de la Lande,
intitulé: *Exposition du Calcul astronomique*, in-12, à
l'Imprimerie Royale.

L'Ouvrage duquel il est ici question, n'est point un Traité
complet du Calcul astronomique; l'auteur a eu principalement
en vue d'en faire un supplément au Livre de la Connoissance
des mouvemens Célestes, qu'il publie chaque année par ordre
de l'Académie.

La Connoissance des mouvemens Célestes, connue depuis
long-temps sous le nom de *Connoissance des Temps*, contenoit,
outre tout le détail des lieux du Soleil, de la Lune, des
Planètes, &c. un assez grand nombre de Tables utiles. Lorsque
M. de la Lande fut chargé en 1758 de cet Ouvrage,
il jugea à propos d'y insérer des Tables nouvelles; mais comme
elles auroient énormément grossi cet Ouvrage, qui doit relativement
à ses usages être portatif; il fallut en supprimer
d'autres qui cependant pouvoient avoir aussi leur utilité. Pour
concilier, autant qu'il étoit possible, l'un & l'autre objet, il
imagina de rassembler en un seul corps d'ouvrage toutes celles
qu'on auroit été obligé de répéter tous les ans, & d'en faire,
comme

comme il le dit lui-même, *un supplément perpétuel à un Livre qui change chaque année*. Par ce moyen il s'est procuré le double avantage de ménager plus de place dans la Connoissance des mouvemens Céléstes, pour y insérer les objets qu'il croyoit devoir y placer, & de pouvoir traiter un peu plus au long ceux dont il a composé l'ouvrage dont nous avons à rendre compte.

Le Calendrier fait le premier article de ce Livre. Les mouvemens célestes étant la mesure de la durée du temps, il étoit bien juste de commencer par en expliquer les principales divisions & de faire voir avec quelle adresse l'industrie de l'homme a trouvé le moyen de s'en assurer : on n'a pas ce ramunément la moindre idée de tout le travail & de tout le génie qui ont été nécessaires pour former des années, qui doivent nécessairement être composées d'un nombre complet de jours, de manière qu'elles ne pussent jamais s'écarter d'un seul jour de la révolution du Soleil, qui contient, outre les jours, des heures, des minutes & des secondes, & ce qui est encore plus difficile, de la révolution de la Lune, qui devient nécessaire pour la célébration des Fêtes mobiles ; c'est cependant ce qu'il étoit question de faire, & ce qu'on a fait réellement, lors de la réformation du Calendrier en 1582 ; elle sera à jamais une époque mémorable dans les sables de l'Astronomie : M. de la Lande en donne tous les principes. Lorsqu'on trouve dans un almanach les principaux points du Calendrier énoncés pour une année, on est communément bien éloigné de penser qu'il en ait tant coûté pour les y mettre.

Les années sont composées de jours, mais les jours sont composés d'heures, de minutes, de secondes, qui suivent, comme les degrés du cercle, la progression sexagésimale, c'est-à-dire que soixante secondes valent une minute, soixante minutes un degré ou une heure, &c. Il doit donc arriver qu'on rencontre fréquemment dans le calcul, des fractions sexagésimales ; on y rencontre aussi très-souvent des fractions décimales. M. de la Lande donne la manière dont les unes & les autres, peu usitées dans le calcul ordinaire, doivent être traitées.

Tous ceux qui ont la plus petite connoissance des Mathé-

matiques, connoissent le calcul trigonométrique ordinaire, mais les nouvelles théories introduisent souvent des équations, dans lesquelles les sinus tangentes & sécantes sont représentés sous une forme algébrique. M. de la Lande enseigne à les faire reparoître sous leur forme naturelle & à trouver même dans l'occasion les sinus & les tangentes sans le secours des Tables : il donne de même, dans un autre article, le calcul des fractions par les logarithmes.

Muni de tous ces principes, M. de la Lande a donné, article par article, la manière de calculer presque tous les objets qui entrent nécessairement dans la Connoissance des mouvemens célestes, comme le commencement & la fin du Crépuscule, le point de l'horizon où le Soleil se lève & celui où il se couche, l'heure de son lever & celle de son coucher, les arcs semi-diurnes ou la portion de chaque parallèle diurne du Soleil, qui s'étend depuis le méridien jusqu'à l'horizon dans la latitude de Paris, la longitude du Soleil au midi de Paris & au midi de tous les lieux de la Terre, même à toutes les heures du jour, sa déclinaison, la distance de l'Équinoxe ou du premier point d'*Aries* au méridien, le temps moyen à l'instant du midi vrai, ou l'heure que marqueroit au midi indiqué par une méridienne une pendule réglée sur le mouvement moyen du Soleil; l'équation de l'horloge, le lieu de la Lune, son passage par le méridien de Paris, & celui de tel autre lieu donne qu'on voudra, le lever & le coucher de cette Planète, la liste des observations à faire dans chaque mois, article bien important pour l'Astronomie & d'une commodité immense pour les Astronomes; le passage de la Lune par son apogée & par son périée, très-important à connoître pour les marées; le passage des Planètes par leurs aphelies, par leurs perihelies, par leurs moyennes distances & par leurs nœuds; celui de Jupiter & de Saturne par les nœuds de leurs satellites, & celui de ce dernier par les nœuds de son anneau; le passage du Soleil par le parallèle des différentes Étoiles avec lesquelles on le peut comparer; son passage par les nœuds des Planètes qui servent tant à déterminer les inclinaisons de leurs orbites sur l'Écliptique,

les phases de Vénus, où il enseigne à calculer la quantité de lumière qu'elle doit avoir relativement à sa position, tant avec le Soleil qu'avec la Terre; les Étoiles nouvelles & celles qu'on nomme *changeantes*, parce qu'elles varient de grandeur & de lumière; la lumière zodiacale & le temps de ses apparitions, les longitudes & les latitudes des Planètes, les Éclipses des satellites de Jupiter & la manière de les observer, la manière de déterminer leur situation apparente & d'en dresser la figure.

Tous ces objets & la manière de les calculer, forment une partie considérable de l'Ouvrage de M. de la Lande : nous n'aurions pu entrer dans le détail de chacun sans excéder les bornes d'un extrait; nous nous contenterons de dire qu'il joint par-tout aux méthodes usitées les nouvelles découvertes & les nouvelles équations, qui sont à la fois le fruit de la théorie de la gravitation & celui de la précision des observations modernes, & nous nous hâterons de parler de quelques objets plus importants qui composent le reste de cet Ouvrage.

L'obliquité de l'écliptique est le premier. On sait combien les Astronomes ont été & sont encore partagés sur ce sujet; les uns regardent l'angle de l'écliptique comme constant, à la nutation près, ce mouvement de balancement qui la fait varier de 18 secondes en neuf ans, & dont nous avons parlé dans ce Volume; les autres au contraire regardent cet angle comme décroissant réellement. M. de la Lande embrasse le sentiment de ces derniers, & fixe cette quantité de diminution absolue à 47 secondes par siècle. En effet, non-seulement les observations de plusieurs célèbres Astronomes semblent l'indiquer, mais encore la même théorie qui donne la nutation, donne aussi cette diminution absolue; & si l'on adopte l'une, il semble inconséquent de vouloir rejeter l'autre.

La position des étoiles est un des points principaux de l'Astronomie; c'est à elle qu'on doit comparer les planètes pour déterminer leurs mouvemens apparens; mais pour parvenir à fixer la position des étoiles, il est nécessaire d'en avoir quelques-unes placées avec toute l'exactitude possible, auxquelles on puisse rapporter les autres; c'est en les comparant au Soleil,

lo. lorsqu'il paffe dans leur parallèle, qu'on y parvient. M. de la Lande donne tout le détail de cette méthode; & pour en faire voir l'exactitude, il y joint une Table des positions de plusieurs étoiles de la première grandeur, déterminées en des temps & des circonstances différentes, & qui cependant diffèrent si peu qu'on les peut regarder comme parfaitement d'accord.

Il est bien évident que lorsqu'on veut comparer des observations d'étoiles, faites aujourd'hui, avec celles qui ont été faites anciennement, on doit avoir égard à la précession des équinoxes ou au mouvement par lequel les intersections de l'écliptique & de l'équateur reculent contre l'ordre des signes, puisque ce mouvement les fait paroître s'avancer dans le sens de la longitude.

Mais il est encore un autre mouvement par lequel l'écliptique change sa position continuellement, elle y est sollicitée à chaque instant par l'action des autres planètes, qui n'étant pas dans le même plan qu'elles, tendent à la détourner. Cette action générale, combinee de mille manières, forme cependant une action totale, qui altère d'une part l'obliquité de l'écliptique & de l'autre la régularité de la précession des équinoxes, & c'est ce qu'on appelle *équation séculaire*, parce que la quantité n'en est déterminée que par siècles, elle échapperoit aux observations si on la prenoit par années. M. de la Lande en détaille ici la théorie & en détermine la quantité, qui, comme on voit, doit causer des variations dans les latitudes de presque toutes les étoiles: il ajoute à cet article la manière de calculer l'heure du passage d'une étoile par le méridien à Paris & dans tel autre endroit qu'on voudra, & celle de trouver l'heure la nuit par la situation des étoiles circompolaires.

M. de la Lande n'a pas oublié dans cet Ouvrage l'article des réfractions; il donne l'histoire abrégée de tout ce qui avoit été fait sur cette matière depuis la Table publiée en 1684 par Jean-Dominique Cassini jusqu'à M. l'abbé de la Caille, l'Astronome peut-être qui ait le plus contribué à éclaircir cette importante matière: il rend compte de la méthode dont il s'est servi pendant son voyage au Cap, & dont nous avons parlé

en 1755^a : il y rappelle la variation que M. l'abbé de la Caille a observée dans la réfraction qui dépend de la pesanteur & de la température de l'air ; il y parle de la grande réfraction observée par M. Bouguer, lorsque les Astres se peuvent voir au dessous de l'horizon & en indique la théorie, expliquée plus au long dans l'Histoire de l'Académie de 1749^b : il y joint la manière de déterminer l'accourcissement que les réfractions causent aux diamètres du Soleil & de la Lune inclinés à l'horizon ; objet important dans bien des occasions où l'on peut avoir besoin d'obtenir ces diamètres avec une très-grande exactitude.

^a *Voy. Hist.*
1755 *Art. 111.*

^b *Idem 1749 ;*
P. 152.

Une des opérations les plus familières aux Astronomes, est celle des hauteurs correspondantes du Soleil. On sait que le moyen le plus usité pour connoître l'instant du vrai midi, est de prendre le matin des hauteurs du Soleil, en marquant l'heure à la pendule, & de reprendre les mêmes hauteurs après midi, & que l'intervalle de temps compris entre les deux observations de chaque hauteur, étant partagé en deux, donne l'instant du passage du Soleil par le méridien ; mais cette méthode suppose que le Soleil ne change pas sensiblement de déclinaison d'un moment à l'autre, & hors le temps des solstices il en change continuellement. Il faut donc corriger le midi trouvé par les hauteurs correspondantes, & M. de la Lande enseigne à calculer & à déterminer les termes de cette équation.

Lorsqu'on observe la hauteur d'un Astre dans la lunette du quart-de-cercle, le fil horizontal est nécessairement dans le plan d'un grand cercle, qui passe par l'Astre & par l'œil ; ce fil donc s'écarte nécessairement vers ses bords, du cercle parallèle à l'horizon, qui est un petit cercle : or comme il arrive souvent que la hauteur n'est pas prise au centre de la lunette, il est nécessaire de corriger cette hauteur observée, si on veut avoir la véritable. M. de la Lande en enseigne à calculer cette correction, qu'il applique aussi à l'erreur causée dans un quart-de-cercle par le non-parallélisme des lunettes & du plan de l'instrument.

Il arrive souvent qu'on ne peut pas prendre la hauteur d'un Astre au moment de son passage par le méridien, mais

seulement quelques minutes avant ou après ; alors il est nécessaire de réduire la hauteur observée à celle que l'Astre auroit eue s'il avoit été observé au méridien. M. de la Lande enseigne l'art de faire cette réduction & d'en déterminer la quantité.

L'aberration, ce mouvement apparent si singulier des étoiles & des planètes, découvert par feu M. Bradley, ne pouvoit manquer de trouver place dans l'ouvrage de M. de la Lande ; il y donne un abrégé des principes sur lesquels en est fondée la théorie, & la manière d'en déterminer la quantité par le calcul ; mais comme l'Académie a déjà rendu compte de cette matière

^a *Idem. Hist.* dans les Histoires de 1737^a & de 1746^b, & que d'ailleurs les principes de l'aberration se trouvent dans l'Eloge de M. Bradley, imprimé à la fin de cette Histoire. Nous prions le Lecteur de vouloir bien y avoir recours.

^c *Idem. 1745.* Nous en userons encore de même à l'égard de la nutation de l'axe terrestre, dont nous avons en 1745^c exposé les principes qui se retrouvent encore dans le même Eloge de M. Bradley.

Le diamètre de la Lune se peut obtenir, comme celui du Soleil, par le temps qu'il met à passer par le méridien ; mais ce diamètre ainsi déterminé, est sujet à une correction : le mouvement propre de la Lune est assez vif pour que la portion qu'elle parcourt pendant le temps de son passage soit sensible, & que par conséquent le temps de ce passage en soit augmenté ; il faut donc diminuer le diamètre de la Lune, déterminé par cette voie, & M. de la Lande enseigne la manière de déterminer cette diminution.

Le même diamètre de la Lune souffre encore une variation très-réelle, à raison de sa hauteur sur l'horizon : comme l'Observateur n'est pas placé au centre de la Terre, mais à sa surface, il est évident que lorsque la Lune est à son zénith, elle est plus proche de lui de tout le rayon de la Terre que lorsqu'elle est à l'horizon ; le diamètre de la Lune va donc en croissant depuis que la Lune se lève jusqu'à sa plus grande élévation, & M. de la Lande donne les règles nécessaires pour déterminer la quantité de cette évaluation à chaque degré d'élévation de la Lune.

La proximité de la Lune à la Terre est assez grande pour que de deux Observateurs placés en deux endroits différens, l'un voye la Lune couvrir une partie du disque du Soleil ou une étoile, tandis que l'autre l'en verra encore éloignée; il ne suffit donc pas d'avoir déterminé dans le ciel la route du Soleil & de la Lune, telle qu'elle seroit vue du centre de la Terre, il faut réduire la route de la Lune à la route apparente, en la corrigeant par la parallaxe, si on veut obtenir les phases d'une éclipse, telles que les voit un spectateur placé à la superficie du globe dans un point donné: c'étoit la méthode des Anciens; mais quoiqu'on lui préfère ordinairement l'ingénieuse manière de déterminer les phases par les projections, dont l'Astronomie est redevable au célèbre Jean-Dominique Cassini, cependant M. de la Lande a eu d'autant plus de raison d'en parler dans son Ouvrage, qu'elle avoit besoin d'une correction essentielle. Toutes les règles, données pour employer les parallaxes, supposoient la Terre sphérique, & quoiqu'elle ne s'écarte que peu de la sphéricité, cependant il est nécessaire d'y avoir égard; & non-seulement M. de la Lande a donné les principes de la méthode, mais encore ceux sur lesquels est fondée la correction qu'exige la non-sphéricité de la Terre, & la manière de l'appliquer pour déterminer les phases des éclipses de Soleil, & de celles des étoiles fixes par la Lune; il y ajoute celle de trouver, par le moyen de ces éclipses, la longitude des lieux où elles auront été observées & les erreurs des Tables de la Lune, en employant la méthode des parallaxes: nous disons en employant cette méthode, parce que feu M. Cassini avoit donné en 1705^a les moyens de déterminer la même chose, en se servant des projections. Non-seulement on peut tirer ces résultats de l'observation des éclipses des fixes par la Lune, mais on peut encore les obtenir par la même voie, en observant exactement la distance à ces étoiles, lorsqu'elle s'en approche fort près sans les éclipser, & M. de la Lande enseigne à employer pour ces observations l'héliomètre de M. Bouguer, dont nous avons parlé en 1748^b.

^a Voy. H. 2.
1705. Pl. 1. 2.

^b Idem. 1748.
Pl. 27.

Jusqu'ici nous n'avons parlé que des éclipses de Soleil, celles de Lune méritoient bien l'article séparé que M. de la Lande leur a donné dans son ouvrage. Il y rapporte ce que M. le Genil avoit dit en 1755 de l'inégalité du diamètre de l'ombre de la Terre, suivant la partie du globe qui porte son ombre sur la Lune, & dont nous avons rendu compte dans l'Histoire de la même année ^a.

^a T. 13. Pl. 2.
1755. p. 83.

On emploie ordinairement, pour reconnoître les taches de la Lune, une figure ou carte lunaire où elles sont comprises & représentées telles qu'on les voit, avec une lunette à deux verres convexes: ces taches servent non-seulement à multiplier les phases des éclipses, en observant leur entrée & leur sortie de l'ombre, mais encore de points auxquels on compare les Astres qui approchent de la Lune ou qui se plongent dessous; mais pour ce dernier usage, il faut avoir égard à un mouvement de la Lune, qui fait qu'elle nous tourne tantôt un peu plus, tantôt un peu moins de sa partie invisible; cette espèce de balancement se nomme *libration*. M. de la Lande en donne la cause & les règles; mais comme ce sujet avoit été déjà traité en 1721 par M. Cassini, & que l'Académie en a rendu compte au Public dans son Histoire de la même

cas. 1721, année ^b, nous n'en ajouterons rien ici.
^b 52.

Il n'est personne qui ne connoisse, au moins de réputation, le fameux problème de l'observation des Longitudes en mer; M. de la Lande en a fait un article de son Ouvrage, dans lequel il donne un abrégé des tentatives qui ont été faites pour le résoudre, & sur-tout de la manière de les trouver par les distances de la Lune aux étoiles; mais quelque intéressante que soit cette matière, comme on la trouvera traitée à fond dans l'Histoire de 1759, d'après un Mémoire de M. l'abbé de la Caille, nous prions le Lecteur de vouloir bien y recourir.

Cet article est suivi d'une histoire abrégée des travaux & des découvertes de l'Académie sur la grandeur & sur la figure de la Terre. Cet objet si important pour l'Astronomie, la Géographie & la Navigation est presque entièrement le fruit de ses soins & sera à jamais un monument à la gloire de la Nation

Nation françoise; la mieux meritée est certainement celle qui résulte des services rendus à l'humanité. M. de la Lande joint à la détermination de la figure de la Terre & de la grandeur du Degré, celle de la longueur du pendule dans les différens endroits, & la vérification de la base & du degré observé en France, entre Paris & Amiens; la différence de position sur le globe n'est pas la seule cause qui puisse faire accélérer une pendule; le chaud & le froid font alonger ou raccourcir les métaux, & par conséquent la verge du pendule; il faut donc de temps en temps en changer la longueur, & M. de la Lande détermine que pour faire avancer une pendule à seconde d'une minute par jour, il faut raccourcir le pendule d'environ six centièmes de ligne.

Le dernier article de l'Ouvrage de M. de la Lande a pour objet la variation de l'aiguille aimantée: on sait que cette variation est différente, suivant les temps & suivant les lieux. M. de la Lande rend compte de ces variations & de la manière dont M. Albert Euler (fils du célèbre M. Euler, Membre de cette Académie) rend raison de la figure bizarre des lignes qui passent par les points d'égale déclinaison, telles qu'elles sont tracées dans la Carte de feu M. Halley, dont M. de la Lande donne aussi une idée avec la note des fautes qui peuvent s'y trouver. Il seroit difficile que la première tentative d'un travail de cette espèce en fût totalement exempte.

Cet article est, comme nous l'avons dit, le dernier du Volume, le reste ne contient plus que des Tables: la plus grande partie est occupée par les Tables du Soleil de feu M. l'abbé de la Caille; elles sont suivies d'une grande quantité d'autres Tables, relatives pour la plupart aux différens objets dont nous venons de parler & qui tendent à diminuer ou à faciliter le calcul. M. de la Lande a poussé si loin l'attention sur cet article, qu'il a donné à la fin de cet Ouvrage les nombres & les logarithmes les plus fréquemment usités dans le calcul: pour épargner à son lecteur la peine de les chercher, il y a joint la position des principaux endroits de Paris où l'on a observé. En un mot, on peut dire qu'il n'a rien oublié de ce

qui pouvoit contribuer à remplir l'objet qu'il s'étoit proposé.

Cet Ouvrage ayant , suivant son intention , laissé plus de place dans le livre annuel de la Connoissance des mouvemens célestes , M. de la Lande en a profité pour placer dans la Connoissance des mouvemens célestes de 1764 , qui a paru dès cette année , plusieurs articles intéressans , tels qu'une nouvelle méthode pour calculer les Éclipses , avec des Tables très-commodes pour en abrégér les opérations ; des remarques sur les inégalités des satellites de Jupiter , avec des Tables détaillées de ces inégalités ; un avertissement sur la grande Éclipse du 1.^{er} Avril , le résultat des observations du passage de Vénus sur le Soleil , des Remarques nouvelles sur la construction des thermomètres , des Observations sur les effets de l'attraction & sur flux & le reflux de la mer ; les élémens de la Comète de 1762 , calculée par M. de la Lande sur ses propres observations ; une nouvelle Table pour trouver la distance de la Lune à *Regulus* , une autre pour trouver le passage de la Lune au méridien , & enfin une Table de logarithmes logarithmiques ou sexagésimaux , pour calculer sans aucune réduction les parties proportionnelles des degrés , heures , minutes & secondes ; & quoique cette dernière eût été déjà publiée plusieurs fois , c'est cependant un grand avantage d'en multiplier l'usage & de procurer aux Astronomes l'avantage de l'avoir toujours sous leur main. Plus on peut procurer de facilités au calcul , plus on procure en même temps d'avantages à l'Astronomie.





HYDRAULIQUE.

SUR LA

POSSIBILITÉ D'AMENER A PARIS

DOUZE CENTS POUCES D'EAU.

R IEN n'est peut-être plus avantageux à une grande ville, V. les Mém. P. 337. que d'être pourvue dans ses différens quartiers d'une quantité de bonne eau suffisante pour fournir non-seulement aux besoins journaliers des Citoyens, mais encore, s'il est possible, au nettoyage des rues, & par-dessus tout, aux incendies qui peuvent arriver, & dont les progrès ne sont ordinairement si rapides que parce qu'on n'a pas eu assez promptement de l'eau pour en arrêter les commencemens.

Les Romains en étoient si persuadés qu'ils n'épargnoient ni peines ni dépense pour procurer cet avantage aux villes de leur domination : nous avons en France au moins vingt-deux villes où l'on trouve encore des vestiges considérables des travaux immenses qu'ils avoient faits pour y amener des eaux, travaux qui sont encore aujourd'hui l'étonnement & l'admiration des Connoisseurs.

Quelque peu considérable que fût alors la ville de Paris, elle n'avoit pas échappé à leurs soins ; on voit encore derrière l'aqueduc d'Arcueil & dans quelques endroits de la plaine, même dans la cour de l'Observatoire, des vestiges du canal qui amenoit à Paris les eaux de Rungis ; & pour le dire en passant, ce canal n'est point formé par des dalles de pierre jointes ensemble, mais par un massif continu de petits cailloux joints par un ciment d'une dureté singulière.

Sans même aller chercher si loin des exemples, voyons ce qui s'est fait sous nos yeux &, pour ainsi dire, de nos jours.

Pour amener à Paris environ soixante pouces d'eau que

T ij

pouvoient alors produire les eaux de Rungis, Marie de Médicis a fait construire au commencement du dernier siècle un aqueduc voûté de trois lieues de long, soutenu à la vallée d'Arcueil par un pont immense, & qui égale certainement en beauté & en solidité les plus beaux ouvrages des Romains.

La ville de Montpellier vient de faire construire, sous la direction de M. Pitot, de cette Académie, un aqueduc de sept mille quatre cents toises de long, qui passe à travers un tertre de roc très-dur, qu'on a cependant percé & voûté par sous-œuvre, & dans lequel il se trouve plusieurs ponts-aqueducs, dont un à double rang d'arches les uns sur les autres. On a fait sous la direction du même Académicien, un ouvrage à peu près semblable à Carcassonne; plusieurs villes du royaume travaillent à se procurer le même avantage; n'y auroit-il donc que la Capitale du royaume, où le nombre des habitans & l'affluence des Étrangers rendent les besoins plus pressans & les accidens plus à craindre, qui en seroit privée? Examinons ceci d'un peu plus près; la quantité d'eau nécessaire à une ville est évaluée à un ponce d'eau par mille habitans; ce calcul en donne environ à chaque personne vingt pintes par jour, pourvu qu'on ne la laisse pas perdre pendant la nuit; cette quantité, un peu trop grande pour les simples Bourgeois & un peu trop petite pour les grandes Maisons, est en général suffisante; mais il en faut encore réserver pour le nettoiemment des rues, pour leur arrosèment en été, & pour le cas des incendies où elle est absolument nécessaire.

Suivant ce calcul, Paris, dans lequel on suppose huit cents mille habitans, devroit avoir pour les besoins journaliers huit cents ponces d'eau, sans compter ce qui seroit nécessaire pour le nettoiyage des rues & pour les cas d'incendie, & nous allons bientôt voir combien il s'en faut qu'il n'en ait cette quantité.

La pompe du pont Notre-Dame donne cent à cent vingt-cinq ponces d'eau, l'aqueduc d'Arcueil environ cinquante, la Samaritaine vingt-cinq à trente, les sources du pré Saint-Gervais douze à quinze, & Belleville dix; en prenant donc tout au plus fort, on aura au total deux cents trente ponces

d'eau, quantité bien différente de celle de huit cents pouces qui seroient nécessaires; il faut même desfalquer une quantité considérable des deux cents trente pouces dont nous venons de parler, les trois quarts de celle d'Arcueil appartiennent au Roi, de même que toute celle de la Samaritaine; il est vrai qu'une grande partie est donnée à des maisons particulières, & qu'une autre partie est distribuée au Public à la croix du Trahoir, au Palais-royal, au Luxembourg & en quelques autres endroits, & on doit encore supprimer en entier les dix pouces de Belleville, qui n'étant pas de bonne qualité, ne servent qu'à laver l'égoût du pont-aux-choux; ainsi, toute compensation faite, c'est beaucoup si Paris a cent quatre-vingts ou deux cents pouces d'eau effleclés.

Ce n'est pas encore tout, la pompe du pont Notre-Dame qui fournit plus de la moitié de cette quantité peut manquer tout-à-coup; une inondation, une débacle peuvent entraîner en un instant toute la tour de charpente qui la supporte, & qui est en assez mauvais état; un bateau de foin embrasé peut y mettre le feu, & on n'a sûrement pas encore perdu l'idée de l'incendie arrivé de nos jours au Petit-pont, qui ne fut causé que parce qu'un bateau de foin embrasé s'arrêta à des bois qui avoient été mis en 1627 sous ce pont pour en fortifier une arche; s'il avoit pris son cours par l'autre bras de la rivière, il eut été indubitablement porté sous la pompe, & auroit causé un incendie d'autant plus dangereux, qu'il ne se seroit pas trouvé, comme au Petit pont, l'énorme masse de pierre du petit Châtelet pour arrêter le feu; d'ailleurs ces machines embarrassent la navigation, elles augmentent les inondations quand la rivière est très-forte, elles ne donnent qu'une quantité d'eau peu proportionnée aux besoins de Paris, sont sujettes à chômer par bien des circonstances, exigent des dépenses considérables pour leur entretien, & sont enfin exposées au feu & à bien des accidens qui peuvent les détruire en un instant.

Ce seroit donc rendre à la ville de Paris un service considérable, que de lui procurer les moyens d'amener à la même

hauteur que l'eau d'Arcueil une quantité d'eau suffisante pour tous ses besoins ; & c'est précisément aussi ce que M. Deparcieux a voulu faire par le projet dont il a fait part à l'Académie , au moyen duquel il espère y conduire en tout temps au moins douze cents pouces d'eau courante & propre à tous les usages , & cette eau est celle de la rivière d'Yvette , prise à environ sept lieues de Paris.

Les différentes parties qu'on doit examiner dans un semblable projet , sont la quantité & la qualité de l'eau qu'on se propose de conduire , la possibilité de l'amener résultante des nivellemens & de la manière de vaincre les obstacles qui peuvent s'opposer à la conduite , enfin les frais nécessaires pour l'exécution.

Pour s'assurer de la quantité d'eau que peut donner cette rivière , M. Deparcieux a soigneusement examiné celle qui sortoit des vannes des moulins , & il a trouvé qu'il passoit à Vaugien , où il compte prendre l'Yvette , plus de mille pouces d'eau , & plus de deux cents au ruisseau de Gif qu'il compte y joindre , le tout dans le temps des plus basses eaux ; mais quand on supposeroit que l'Yvette n'en donnât que huit cents pouces , & le ruisseau de Gif que cent quatre-vingts , on auroit encore près de mille pouces ; & M. Deparcieux estime à plus de deux cents pouces celle qui dérivera nécessairement dans les fouilles qu'il faudra faire pour le canal dans un terrain qui est effectivement rempli de sources. On aura donc de l'eau en assez grande abondance pour en donner à toutes les Maisons royales , quadrupler les fontaines publiques , en céder à bon marché aux maisons des Particuliers qui en voudront , & pour supprimer les pompes du pont Notre-Dame & de la Samaritaine.

Pour l'examen de la qualité de l'eau , M. Deparcieux a commencé par en boire lui-même , sans lui trouver d'autre mauvaise qualité que le goût de marais qu'ont toutes les petites rivières , & qu'on peut leur ôter aisément en les débarrassant de ce qui le leur donnoit , comme nous le verrons bientôt ; mais pour être plus sûr de la bonne qualité de cette eau , il

a engagé M.^{rs} Hellot & Macquer, de cette Académie, à la soumettre aux épreuves chimiques, & il se trouve par le résultat de leur procès-verbal, que M. Deparcieux a fait imprimer à la fin de son Mémoire, 1.^o que l'eau de l'Yvette ne contient aucunes substances sulfureuses, aucun acide ni alkali libres, aucunes parties ferrugineuses, cuivreuses ni métalliques de quelque espèce que ce soit; 2.^o que cette eau ne contient aucune autre matière qu'un peu de sélénite, en même quantité qu'en contiennent les eaux de la Seine, & de toutes les autres rivières & sources qu'on emploie par-tout à tous les besoins de la vie; 3.^o enfin que le goût de marais qu'on y observe y est accidentel & étranger, & qu'il se peut dissiper aisément par la chaleur, par le froid même, par la simple exposition à l'air, & qu'il y a tout lieu de présumer qu'en prenant les précautions indiquées par M. Deparcieux, on peut mettre cette eau au rang des eaux ordinaires de rivières très-saines & très-bonnes à boire.

Ce témoignage étoit certainement suffisant pour constater la bonté des eaux de l'Yvette; il s'est trouvé cependant des personnes assez prévenues pour soutenir que le goût de marais étoit tellement inhérent à l'eau, qu'on ne pouvoit absolument l'en séparer. L'expérience étoit trop aisée à faire pour la négliger; non-seulement elle a été répétée par M. Deparcieux, mais même M. le Prevôt des Marchands & M. de Sartine, Lieutenant de Police, ont voulu la faire eux-mêmes, & ils ont trouvé que cette eau, exposée simplement à l'air & au Soleil, perdoit absolument, au plus tard en cinq jours, tout le goût de marais qu'elle avoit.

En effet, les grandes rivières n'ont ordinairement peu ou point de ce goût; elles ne sont cependant composées que des eaux de sources & de petites rivières qui y affluent, & qui en sont presque toutes fortement affectées: comment donc peut-on supposer que ce goût ne se perde point, puisque la seule circonstance de couler dans un plus grand lit le leur ôte si facilement? Il ne faut pas même beaucoup de réflexion pour

en demêler la cause ; les eaux des petites rivières sont arrêtées à chaque pas dans leur cours par des coudes , des racines , des digues , des échuses de moulin , qu'on ne vide presque jamais , & par conséquent obligées de séjourner sur la vase , des bois , des feuilles pourries , dont elles ne manquent pas de prendre le mauvais goût ; les trous où l'on met rouir le chanvre , les puits qu'elles couvrent dans les inondations , peuvent encore communiquer une saveur désagréable ; mais quand ces mêmes eaux sont une fois parvenues dans une rivière navigable , alors tous ces inconveniens cessent ; elles coulent avec vitesse , sans obstacle , sur un lit exempt de matières étrangères ; ce mouvement & l'exposition à l'air & au Soleil , leur auront donc bientôt enlevé ce goût qu'elles avoient contracté par toutes les circonstances dont nous venons de parler. Celles de l'Yvette auxquelles le goût de marais n'est pas plus adhérent , le perdront donc sûrement dès qu'elles couleront dans un lit exempt de tout ce qui pourra le leur communiquer ; & cela d'autant plus aisément qu'on aura attention de nettoyer le canal de temps en temps. Au moyen de toutes ces précautions , on peut assurer que ces eaux seront bonnes , saines & certainement de meilleure qualité que celle de la Seine , qui , dans l'endroit où la puisent les pompes & ceux où les porteurs d'eau la prennent , est chargée de l'égout de l'Hôpital général , de ceux qu'y amène la rivière des Gobelins , & d'une infinité d'autres égouts de Paris. M. Deparcieux invite tous ceux qui s'intéressent au bien public à en faire eux-mêmes l'expérience , pour se convaincre que l'eau de l'Yvette perd en peu de jours son goût de marais & devient une des meilleures eaux qu'on puisse boire.

Le troisième article à examiner est celui de la possibilité de la conduite , & celui-ci a deux chefs ; il faut que l'eau de l'Yvette , dans l'endroit où on la prendra , soit assez haute pour qu'on puisse lui ménager la pente nécessaire pour la faire arriver à l'endroit de Paris où l'on se propose de la conduire , & qu'il ne se trouve en chemin aucun obstacle insurmontable. M. Deparcieux s'est
assuré

assuré du premier ; 1.^o en mesurant avec exactitude la chute des moulins qui se trouvent sur l'Yvette jusqu'à sa jonction avec la Seine , la pente de cette rivière depuis Juvisi jusqu'au pont de l'Hôtel-Dieu , & ensuite la hauteur du sol de la rue Saint-Hyacinthe , où il se propose d'établir le point d'arrivée , au-dessus du niveau de la rivière ; il résulte de cet examen , dont M. Deparcieux donne tout le détail , que l'eau de l'Yvette , prise à Vaugien , est plus haute de seize pieds que l'arrivée de l'eau d'Arcueil à Paris : à cette différence , on doit ajouter la pente qui la fait couler de moulin en moulin. M. Deparcieux s'est assuré de cette pente , en examinant la vitesse de l'eau dans les différens endroits ; & comme l'Yvette coule actuellement par un chemin très-tortueux , très-embarassé , & d'environ trente mille toises de long , il est évident qu'elle coulera avec une vitesse presque double , quand le chemin qu'elle aura à faire n'aura plus que dix sept à dix-huit mille toises , & qu'il sera débarrassé de tout obstacle , & considérablement redressé. On auroit donc , absolument parlant , assez de la pente de moulin en moulin pour la conduire ; & les seize pieds de hauteur absolue que nous avons trouvés ci-dessus , sont en bénéfice & rendent seulement l'opération plus sûre & plus facile.

La conduite de ces eaux ne présente pas de plus grandes difficultés. M. Deparcieux se propose de conduire les eaux depuis Vaugien jusqu'à la montagne qui sépare Palaiseau & Massi , dans un canal ouvert , maçonné aux deux côtés & au fond ; l'eau , avant que d'y entrer , passera dans un espace aussi maçonné , mais un peu plus creux que le reste du lit de la rivière , où elle déposera une partie des matières étrangères qu'elle peut contenir & qu'on enlèvera de temps en temps ; elle passera ensuite dans le canal , en traversant un espace rempli de sable & de cailloux , où elle achèvera de se nettoyer , & le canal sera défendu des eaux pluviales , des bestiaux & même des hommes , par des fossés qui l'accompagneront dans toute sa longueur , & par des haies d'épines qu'on aura soin d'entretenir ; on aura soin de même d'en détourner tous

les égouts des lieux proche desquels on passera. Cette première partie n'offre d'autres difficultés à vaincre que quelques blocs de grès assez gros, qu'il faudra casser, mais qui fourniront aussi une bonne partie des matériaux nécessaires. L'eau arrivée au pied de la montagne, continuera sa route dans un aqueduc voûté, qui percera la montagne à environ cinquante pieds de profondeur & qui, selon les circonstances, se fera à tranchée ouverte ou par sous-œuvre. Ceux qui ne connoissent pas cette sorte de travail, seront effrayés de la proposition de percer un canal à travers une montagne à plus de cinquante pieds au-dessous de son sommet, & dans la longueur de cinq à six cents toises; mais on les prie de vouloir bien considérer que les ouvrages de cette espèce ne sont pas si rares qu'on pourroit se l'imaginer: le Canal Royal traverse la montagne de Milpas par une voûte d'une hauteur & d'une grandeur prodigieuse, faite par sous-œuvre. La montagne de Satory près Versailles, est percée de deux aqueducs semblables à celui que propose M. Deparcieux, & qui pris ensemble, sont presque trois fois la longueur de celui-ci, & tous les environs de Versailles sont remplis de semblables travaux faits par sous-œuvre ou à tranchée ouverte.

Au sortir de l'aqueduc voûté, les eaux se rendront dans un canal découvert, qui, après avoir passé au bas de Massi, suivra la côte droite de la Bièvre & viendra croiser le grand chemin d'Orléans un peu au-dessous de celui de Massi: la gorge de l'frêne seroit là un obstacle à la continuation de son cours; on y remédiera par un pont-aqueduc semblable à celui d'Arcueil, qui n'aura guère qu'une quarantaine de pieds d'élévation. Le canal continuera le long de la côte, côtoyant l'ancien aqueduc voûté qui vient de Rungis: il traversera ensuite le pont-aqueduc d'Arcueil, quelques pieds au-dessus de sa rigole, au moyen d'une nape de plomb qui conduira l'eau dans un nouveau pont-aqueduc accolé à la partie septentrionale de l'ancien, & au sortir de ce pont-aqueduc, l'eau entrera dans un aqueduc voûté & souterrain, qui accompagnera l'ancien jusqu'à son arrivée à Paris, tant pour suivre la route qui a été trouvée la

plus convenable pour la conduite de l'eau, que parce que tout ce qui avoisine l'ancien aqueduc n'a pas été fouillé par les Carriers, au lieu que le reste de la plaine l'a été.

En arrivant à Paris, le nouvel aqueduc passera entre le grand chemin & le château d'eau, traversant le jardin des Dames de Port-Royal jusqu'à la rue de la Bourbe, où les eaux commenceront à entrer dans une conduite de tuyaux d'un très-grand diamètre, qui passeront à découvert par les jardins des Carmélites, de Saint-Magloire & de quelques autres maisons, pour venir aboutir vers le milieu de la rue Saint-Hyacinthe, où se fera la première distribution dans les différens quartiers de Paris, & d'où le trop plein, quand il y en aura, pourra s'écouler à la rivière par la rue de la Harpe.

Dans toute la partie découverte du canal, on ménagera, de mille en mille toises, ce que M. Deparcieux nomme des *repos*, c'est-à-dire des endroits où le canal aura plus de profondeur: ces repos recevront la plus grande partie des matières hétérogènes que l'eau pourroit entraîner; ils seront garnis de vannes & de soupapes pour faire écouler l'eau en cas de besoin; & quand il sera question de nettoyer la partie du canal qui précèdera un repos & ce repos même, on abaissera au haut de cette partie une vanne, qui ne laissera couler d'eau que ce qu'il en faudra pour favoriser le nettoyage. En nettoyant à des jours différens les diverses parties du canal, & faisant cette opération un peu promptement, on ne s'apercevra presque d'aucune diminution d'eau.

La manière dont M. Deparcieux propose de construire la maçonnerie de l'aqueduc voûté qui doit conduire les eaux, tant sous la montagne de Palaiseau que depuis Arcueil jusqu'à la rue de la Bourbe, mérite bien d'être décrite. On fait ordinairement ces aqueducs en galerie, ayant deux pieds-droits surmontés d'une voûte, & l'eau passe dans une rigole pratiquée au fond, mais il arrive souvent que la poussée des terres enfonce les pieds-droits & occasionne des réparations*incommodes & dispendieuses: pour remédier à cet inconvénient, M. Deparcieux fait son aqueduc en forme d'un long tuyau elliptique, de la

coupe duquel le grand axe est vertical: la moitié inférieure, destinée à servir de canal, est supportée par un massif de maçonnerie & revêtue de grès ou de pierre taillée en coupe; c'est une voûte renversée: la moitié supérieure est simplement voûtée en moilière avec des arcs de pierre ou de grès de distance en distance. Par ce moyen toutes les pierres étant butées les unes contre les autres, la poussée des terres ne pourra avoir d'autre effet que de les serrer; tout au moins cette construction résistera-t-elle beaucoup plus que la batière ordinaire.

On juge bien que M. Deparcieux n'a pas oublié de placer dans les endroits convenables des déversoirs ou vannes pour faire écouler les eaux lorsque quelques réparations obligeront de mettre une partie du canal à séc: sans cette précaution, les réparations deviendroient presque impraticables: les mêmes déversoirs débarrasseront aussi de l'eau superflue qui pourroit surcharger le canal dans les temps des crûes d'eau. On n'avoit pas été jusqu'ici assez heureux pour avoir cet inconvénient à craindre.

Comme une des principales causes du mauvais goût des eaux, est le séjour des feuilles qui, après avoir flotté quelque temps sur l'eau, s'y enfoncent & s'y pourrissent: M. Deparcieux place d'espace en espace des barres armées de longues dents de fer qui traversent le canal & dont les dents entrent dans l'eau & arrêtent tout ce qui peut y flotter, que des gens préposés pour cela aient soin d'enlever journellement.

Un grand inconvénient pour le canal, seroit que les eaux pluviales y décollassent des terres voisines, elles altéreroient nécessairement la pureté de l'eau par la vase & les autres matières qu'elles y entraîneroient; mais les fossés pratiqués le long du canal recevront ces eaux étrangères & les feront écouler.

M. Deparcieux pense cependant qu'on pourroit, en cas de besoin, en profiter en les retenant dans des étangs pratiqués exprès, d'où on les feroit entrer dans le canal lorsqu'une longue sécheresse seroit craindre de n'avoir pas une quantité d'eau suffisante.

Il ne nous reste plus à parler que de l'article de la dépense,

& il faut avouer que ce n'est pas le moins important pour la réussite du projet. On imaginera aisément qu'une entreprise de cette nature en exige une considérable, mais il faut aussi en peser les avantages & voir si ces derniers doivent l'emporter sur la dépense : peut-être même se la figure-t-on plus considérable qu'elle ne l'est réellement ; nous ne pouvons en donner ici qu'une idée assez vague, essayons cependant de voir où elle pourroit aller.

M. Trudaine, Conseiller d'État, Intendant des finances & Membre de cette Académie, touché de l'utilité dont le projet de M. Deparcieux pouvoit être, a fait calculer en gros par une personne très-capable ce qu'il en pourroit coûter pour l'exécution de ce projet, & il s'est trouvé qu'en y comprenant les achats de terrain, l'indemnité des moulins, les constructions de toute espèce, &c. l'eau de l'Yvette prise à Vanvres pourroit être rendue au haut de la rue Saint-Hyacinthe avec une dépense de cinq à six millions tout au plus.

Ce calcul est confirmé par un autre que rapporte M. Deparcieux : M. Gabriel, premier Architecte du Roi, lui a communiqué les devis & les marchés des ouvrages de ce genre, qui furent faits il y a environ vingt-quatre ans sous les ordres, pour porter les égouts de Versailles au-delà du petit parc vers Gally, où ils sont reçus dans un grand bassin maçonné tout autour & dans le fond : ces deux aqueducs ont été faits à tranchée ouverte, & il y a des endroits où il a fallu fouiller plus de quarante-cinq pieds de profondeur ; ils sont voûtés, revêtus de maçonnerie avec des chaînes de pierre de taille & pavés en pierre dure, & ont des regards de quarante en quarante toises, avec plusieurs autres ouvrages & dédommagemens qu'ils ont occasionnés : ces deux aqueducs, qu'on peut évaluer ensemble à cinq mille toises, ont coûté environ un million trente mille livres. Or, ces cinq mille toises d'aqueduc sont à peu près le quart de la conduite à faire pour amener à Paris les eaux de l'Yvette, car si d'une part la plus grande partie de cette dernière conduite est à canal découvert ; d'un autre côté les

aqueducs de Versailles, dont nous venons de parler, n'exigeoient pas deux ponts-aqueducs comme les demande la conduite de l'Yvette.

On peut donc, tout compensé, regarder l'évaluation de cinq à six millions comme bien faite, mais il faut observer quel avantage en reviendrait à la ville de Paris: rien n'est peut-être plus nécessaire à une grande ville, après la construction des ponts, que de lui procurer dans tous ses quartiers une quantité d'eau suffisante, non-seulement pour les usages domestiques, mais encore pour entretenir la propreté des rues & pour porter de prompts secours en cas d'incendie. M. Deparcieux, aux lumières duquel on peut certainement s'en rapporter en cette partie, s'est assuré, par un scrupuleux examen, que la rivière d'Yvette étoit la seule dans les environs de Paris qui pût fournir une suffisante quantité de bonne eau susceptible d'arriver à la hauteur nécessaire pour être distribuée dans les différens quartiers de Paris. La dépense proposée ne doit nullement effrayer, Paris ne feroit que ce qu'ont fait plusieurs villes du Royaume: la ville de Montpellier, qui ne contient guère que la vingtième partie des habitans de la Capitale, vient de se procurer de l'eau par le moyen d'un ouvrage qui est environ le tiers ou le quart de celui que propose M. Deparcieux, & qui ne donne que la vingtième partie de l'eau qui viendrait à Paris; y auroit-il donc quelque inconvénient à faire un ouvrage, triple à la vérité ou quadruple, mais qui donneroit vingt fois autant d'eau pour le service de vingt fois plus d'habitans.

Il y a plus, la dépense de ce projet est d'une espèce singulière, la Ville n'en feroit presque que les avances; elle en seroit abondamment remboursée par la cession qu'elle pourroit faire d'une partie de cette eau aux particuliers à un prix qui pourroit n'être que la moitié de ce qu'elle a toujours exigé tant qu'elle a eu de l'eau à céder. Combien le nombre de Concessionnaires ne se multiplieroit-il pas, & quel avantage ne seroit-ce pas pour chaque particulier que de se procurer chez lui une fontaine

abondante d'une eau pure & saine ! mais quand on ne compteroit pas sur cette ressource, on ne devoit pas pour cela hésiter sur l'exécution d'un projet aussi utile, & dont la dépense procureroit pendant le temps de la construction une occupation utile à tant de Citoyens ; mais ce que nous ne devons pas oublier de remarquer, c'est la manière dont M. Deparcieux a proposé ce projet, tout son discours n'est que l'expression de son cœur, & on y reconnoît par-tout ses talens & le zèle désintéressé qui les anime.



DIOPTRIQUE.

sur

LES MOYENS DE PERFECTIONNER LES LUNETTES D'APPROCHE.

V. les Mem. p. 578. ^a l'op. Hist. 1756, p. 127. ^b Idem. 1757, p. 153.

L'ACADÉMIE a rendu compte au Public dans son Histoire de 1756^a & dans celle de 1757^b, du travail entrepris par M. Clairaut, pour perfectionner la théorie des objectifs composés. Voici une nouvelle suite de ce travail.

Dans les deux Mémoires précédens, M. Clairaut n'avoit considéré que ceux des rayons incidens qui se trouvoient dans un plan, passant par le point radiant & l'axe optique de la lunette; mais pour peu qu'on y fasse réflexion, on verra que cette condition n'admet que la moindre partie des rayons & en excepte un bien plus grand nombre; chaque point radiant forme le sommet d'un cône de rayons, qui a la surface du verre pour base, & il est aisé de démontrer que les rayons qui se trouvent dans le plan passant par l'axe de ce cône & celui de la lunette, sont les seuls qui se trouvent dans la condition requise, & que tous les autres, dont le nombre est infiniment plus grand, s'en trouvent exclus.

Si donc on veut examiner le degré de distinction que peut obtenir un objet vu dans une partie quelconque du champ de la lunette, il faut de nécessité soumettre au calcul tous les rayons qui doivent nécessairement éprouver des réfractions bien plus irrégulières que les autres; ce problème est nécessaire à résoudre avant que de déterminer les formes les plus avantageuses qu'on peut donner aux lentilles; ce sont aussi les deux objets du troisième Mémoire de M. Clairaut, duquel nous allons essayer de présenter l'esprit & la méthode.

Le premier pas de M. Clairaut est de rappeler à son Lecteur

un Problème, dont il avoit donné la solution dans son premier Mémoire, & il rapporte ici la formule qui en résulte, qui donne la manière de trouver les rayons rompus par une surface sphérique quelconque, lorsque les rayons incidens sont tous dans un même plan qui passe par l'axe de la sphère. La formule que M. Clairaut donne dans ce Mémoire, contient quelque changement dans l'expression des quantités qui entroient dans la première; mais ce ne sont que des changemens d'expression qui devenoient nécessaires pour rendre cette formule susceptible du nouveau calcul dont il est ici question. Cette opération préliminaire étant finie, M. Clairaut en vient au but principal, qu'il s'est proposé dans ce Mémoire; il recherche d'abord quelle doit être la route d'un rayon incident qu'on ne suppose plus dans l'axe, comme dans la formule dont nous venons de parler, mais sur une droite qui fait un petit angle avec cet axe. Il est aisé de voir que ce rayon, après la réfraction, ira rencontrer dans un certain endroit un plan qui passe par le point de tendance des rayons incidens, pris hors de l'axe & par ce même axe; c'est exactement le cas où sont ceux des rayons des pinceaux optiques qui se trouvent dans le plan passant par le point radiant & par l'axe du verre, & M. Clairaut parvient à déterminer ce point.

Jusque-là nous n'avons supposé au verre qu'une surface réfringente, & il en a nécessairement deux. M. Clairaut examine la nouvelle direction que cette seconde surface donne au rayon & détermine le point de rencontre de ce rayon & du plan dont nous avons parlé. En supposant donc la loi de réfraction connue, on aura, au moyen des formules, la distance focale d'une lentille pour tous les rayons principaux.

Si on suppose présentement que le rayon proposé traverse plusieurs lentilles très-voisines les unes des autres & de réfrangibilité différente, il est question de voir ce que deviendra le rayon, car M. Clairaut le suit pas à pas & conduit toujours son lecteur du simple au composé. Il est bien sûr que les formules qui exprimoient sa route dans les premières suppositions ne l'exprimeront plus dans celle-ci, & qu'il faudra y introduire

de nouveaux termes , dans lesquels entrera nécessairement la loi de réfraction de chaque lentille , en supposant seulement qu'il y en ait deux. M. Clairaut détermine la route du rayon dans cette supposition , qui , comme on peut voir , commence à se rapprocher de la réalité , & trouve la distance focale des rayons , après les quatre réfractions qu'ils ont éprouvées , en traversant les surfaces des deux lentilles.

Dans tout ce que nous avons dit jusqu'ici , nous avons toujours supposé le point d'où partoient les rayons incidens à une distance finie , & cette distance forme nécessairement un terme du calcul , qui dans bien des occasions affecte tous les autres. L'ordre de la solution a exigé cette supposition; elle eût peut-être été moins simple & moins lumineuse sans cette espèce de limitation: il est cependant vrai que les rayons des objets nous viennent à nous comme si la distance étoit infinie , & par conséquent parallèles entr'eux & à l'axe. Il est donc nécessaire de faire évanouir des formules les quantités qui exprimoient leurs angles , & cette réduction les simplifie considérablement. En supposant un objectif composé , comme nous l'avons fait ci-dessus , on a eu en vue de détruire ces aberrations , & c'étoit en effet l'objet essentiel : M. Clairaut examine donc jusqu'à quel point elles ont été détruites ou plutôt diminuées , car nous verrons bientôt que leur destruction absolue est impossible. Les calculs précédens , qui l'ont mis à portée de connoître la route des rayons après leur réfraction , l'ont aussi mis à portée de voir de combien ils s'écartent les uns des autres : il seroit assez naturel de penser que cet écartement devant être égal dans les rayons qui éprouvent une même réfraction , il en devroit résulter une couronne d'aberration très-uniforme , on se tromperoit cependant si on le croyoit : l'assemblage de ces rayons dispersés par l'aberration , produit sur le plan qui reçoit l'image , deux ordres différens de courbes , les unes assez semblables à des ellipses , & les autres qui ont des points d'inflexion & de rebroussement , & des nœuds. Il est donc très-difficile de déterminer l'espace qu'elles remplissent , c'étoit cependant le principal objet de M. Clairaut & duquel

dépendoit le succès de ses recherches : il falloit attaquer non-seulement les aberrations des rayons qui se trouvent dans les plans passant par l'axe, mais encore celles de tous les autres rayons qui n'y passent pas, puisque c'est la somme de toutes ces aberrations partiales qui forme l'aberration totale & la confusion de l'image. M. Clairaut examine tous ces objets séparément ; il trouve par son calcul l'espace que l'image d'un point proposé occupe au foyer de l'objectif, au moyen de l'assemblage des courbes d'aberration produites par les circonférences des surfaces de l'objectif, & il parvient enfin à une formule qui exprime ces aberrations relativement à la courbure des surfaces de l'objectif, ou, ce qui revient au même, relativement à la longueur de leurs rayons & des ouvertures qu'on peut leur donner, & cette formule est comme la clef de la méthode de M. Clairaut. Nous allons essayer de faire voir comment il s'en sert.

Puisque les lentilles & les ménisques qui doivent composer les objectifs sont taillés tous en portion de sphère, on ne peut y introduire d'autre variation que celle qui dépend du plus ou moins grand rayon & de la plus ou moins grande ouverture. C'est donc uniquement dans la proportion de ces rayons qu'il faut chercher la figure des verres la plus avantageuse : pour cela il n'y a qu'à faire varier les quantités exprimées jusqu'à ce qu'on ait trouvé une proportion qui rende le terme qui exprime l'aberration un *minimum* ; nous disons un *minimum*, parce qu'il n'est pas possible de le réduire absolument à zéro. La réduction de ce terme dépend de l'évanouissement de deux quantités qui ne peuvent se détruire à la fois ; mais on peut s'assurer qu'en suivant la méthode de M. Clairaut, l'aberration sera réduite à si peu de chose, qu'elle permettra de pousser loin la perfection des lunettes.

Quelque curieuse que soit par elle-même toute la théorie de M. Clairaut, il falloit, pour lui donner tout le mérite dont elle est susceptible, qu'il en fit l'application à la pratique, & c'est aussi un des principaux articles de son Mémoire. En substituant dans la formule les nombres qui expriment le

rapport du pouvoir réfringent des deux espèces de verres dont il compose l'objectif, à la place des termes qui expriment ce rapport, il parvient à déterminer le rapport qui doit être entre les rayons de leurs convexités dans les trois différentes constructions dont il avoit parlé dans son second Mémoire; car il ne faut pas s'imaginer que la disposition des verres qui composent ces objectifs soit indifférente: si on met devant, celui qui a la moindre réfraction, on aura une certaine valeur pour les rayons des quatre convexités, & cette valeur ne sera plus la même si on met au-devant le verre qui a la plus grande réfraction.

Dans le premier cas de la première construction, où la lentille de verre est placée au dehors, elle étoit convexe des deux côtés, mais d'une convexité très-inégaie, la seconde surface étant cinq fois plus courbe que la première, & la lentille de cristal qui lui étoit appliquée étoit taillée dans la proportion nécessaire pour détruire les aberrations: dans cette supposition, l'objectif composé ne devoit avoir aucune aberration dans l'axe & assez peu dans les rayons obliques. On peut donc se servir de cette espèce d'objectif.

Dans le second cas, la lentille de cristal, placée en dedans de la lunette, étoit un ménisque cinq fois plus courbe du côté concave que du côté convexe, & la forme de la première lentille étoit celle qui, dans cette disposition, doit détruire l'aberration dans l'axe: cet objectif est encore préférable au précédent; & en effet, M. Antheaume, très-connu du Public savant, tant par sa belle Dissertation sur l'Aimant, qui a été couronnée à Pétersbourg, que par son goût & ses talens pour l'Optique, a construit, suivant ce système, une lunette de sept pieds, qu'il a pris la peine d'exécuter lui-même; elle s'est trouvée excellente & équivalente à des lunettes ordinaires de trente ou trente-cinq pieds.

Dans le troisième cas, la lentille de cristal, toujours placée au dedans de la lunette, étoit plan-concave, & la lentille de verre construite comme le demandoit l'aberration des rayons, ce qui produit encore un objectif très-bon, quoiqu'un peu inférieur aux deux dont nous venons de parler.

En examinant avec soin toutes ces constructions , on s'apercevra aisément que le point de perfection consiste, en cette matière, à rendre l'aberration nulle dans l'axe & la plus petite qu'il est possible dans toutes les autres directions ; c'est le *minimum* dont nous avons parlé ci-dessus. Or, en supposant une lentille de verre commun placée au dehors & accolée à une lentille de cristal, on peut obtenir cette propriété par deux différentes proportions des surfaces des verres, mais il n'y en a qu'une qui puisse être mise en usage ; dans la seconde, la courbure devient trop grande par rapport aux ouvertures & ne permettroit pas de négliger, sans inconvénient, certains termes dont l'omission rendroit le calcul futil ; s'il y avoit quelque légère erreur dans la détermination de la force réfringente, cette grande courbure la rendroit bien plus sensible & plus dangereuse ; enfin le travail de l'Artiste demanderoit une précision qu'on ne pourroit guère se flatter d'obtenir.

Heureusement la première construction n'a aucun de ces défauts. M. de l'Étang, qui, par son habileté dans la pratique, avoit déjà concouru par son adresse aux travaux de M. Clairaut & aux premiers succès de sa théorie, a pris la peine de construire, sur ces principes, une lunette dont l'objectif a vingt-sept pouces trois lignes de foyer, & cette lunette s'est trouvée excellente. Les rayons de la lentille de verre commun sont dix-sept pouces quatre lignes & cinq pouces quatre lignes, & ceux du ménisque de cristal qui lui est accolé, sont cinq pouces cinq lignes, & quatre pieds.

Si la lentille de cristal est placée en dehors & celle de verre au dedans de la lunette, la proportion n'est plus la même entre les rayons des surfaces qui doivent terminer les lentilles, & l'application des formules s'y doit faire d'une autre manière. M. Clairaut les applique à la construction des deux objectifs, dont il avoit déjà parlé dans son second Mémoire : cet objectif est composé d'un ménisque de cristal dont la surface concave, qui est l'intérieure, est cinq fois plus courbe que l'extérieure, & d'une lentille bi-convexe de verre ordinaire, dont les surfaces sont dans le même rapport que celle du ménisque : cette

construction est plus facile qu'aucune des précédentes, qui exigent quatre bûffins; elle est pourtant un peu inférieure à celle dont nous venons de parler; mais cette légère nuance d'infériorité n'a pas empêché que M. de l'Étang & M. Georges ne l'aient employée avec un très-grand succès.

Les mêmes principes appliqués à un objectif, dans lequel la première & la troisième surface seroient planes, font voir que cette construction le rendroit très-incommode, parce qu'il n'y auroit que de très-petits objets, placés au centre de la lunette, qui pussent y paroître distincts.

De tout ceci, il résulte nécessairement qu'en cherchant le *minimum* de l'aberration oblique, en supposant toujours deux verres accolés, le premier de cristal & le second de verre ordinaire, on ne trouvera que deux constructions, dont la seconde doit évidemment être abandonnée, à cause de l'énorme courbure qu'elle donne aux surfaces des verres, qui rendroit trop sensibles, & les petites négligences faites à dessein dans le calcul pour le simplifier, & celles que l'Artiste ne peut souvent s'empêcher de commettre dans l'exécution.

La première seroit d'une exécution très-difficile, parce qu'une des surfaces a un rayon d'une grandeur excessive, & devient par-là même très-difficile à travailler; mais M. Clairaut fait disparaître cette difficulté, il trouve qu'en faisant cette dernière surface plane, & rendant par conséquent la lentille de verre plan-convexe, on peut conserver à l'objectif tous ses avantages, en ôtant toute la difficulté de l'exécution.

Nous ne dirons rien ici de l'examen que fait M. Clairaut de la construction d'un objectif composé, qui détruiroit dans l'axe les aberrations de toutes couleurs, parce que cet examen lui a fait voir qu'un objectif de cette espèce seroit, malgré cet avantage, un des plus defectueux qu'on pût employer. S'il est des cas heureux où l'Art peut vaincre la Nature, il en est encore plus où elle seroit acheter la perfection désirée par trop de défauts.

Le dernier article du Mémoire de M. Clairaut est l'examen des objectifs composés de trois verres. On peut à la lettre,

déduire des formules précédentes, par le seul esprit d'induction, celles nécessaires à cet article, mais M. Clairaut a voulu en épargner la peine à son Lecteur. Il commence donc par donner l'expression générale des aberrations produites par trois lentilles accolées, lorsque la première & la troisième sont de même matière réfringente ; cette expression générale est susceptible de deux modifications, la première qui se tire de la nature des matières réfringentes, & de l'ordre dans lequel elles sont rangées, & la seconde du rapport qu'elles doivent avoir entr'elles pour détruire les couleurs ; on voit bien que ce dernier article dépend absolument de la proportion qui se trouve entre les pouvoirs réfractifs des différentes matières qu'on emploie : M. Clairaut a fait entrer dans son calcul le verre commun & le cristal d'Angleterre, & c'est sur ce principe qu'il construit enfin la formule générale, dont il fait ensuite l'application aux différentes espèces d'objectifs composés de trois verres.

La première construction de cette espèce suppose l'objectif formé d'une lentille bi-convexe isocèle de verre commun, qui est l'extérieure d'un verre bi-concave isocèle de cristal, dont les concavités soient exactement de même rayon que les convexités de la première, & enfin d'une lentille de verre commun dont la première surface appliquée contre le verre bi-concave de cristal, ait encore le même rayon : cette combinaison produit un des meilleurs objectifs qu'on puisse construire pour la diminution de l'aberration ; aussi a-t-elle eu beaucoup de succès entre les mains de M. de l'Étang, même pour des lunettes de deux ou trois pieds.

On aura encore un autre système de construction, si on suppose les quatre surfaces internes, c'est-à-dire une de chaque lentille & les deux du verre de cristal bi-concave, toutes du même rayon sous-double de celui des surfaces externes des deux lentilles : on aura encore par ce moyen un assez bon objectif ; mais comme les aberrations y sont un peu plus grandes, il sera inférieur au précédent, & c'est précisément ce qui est arrivé lorsque M. de l'Étang a voulu en construire

un de cette espèce; il s'est trouvé un peu moins bon que celui dont nous avons parlé dans l'article précédent. On n'est jamais si sûr de la bonté de la théorie que lorsqu'on la voit se soutenir constamment dans la pratique.

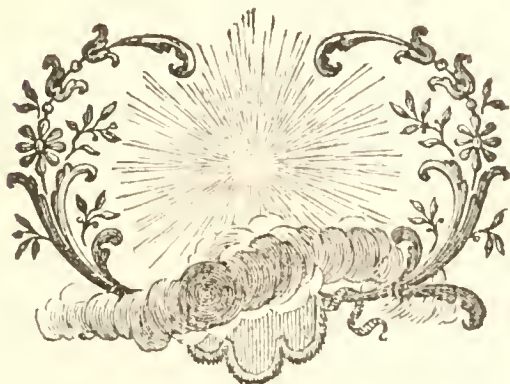
Si l'on suppose que les deux lentilles soient pareilles & symétriquement placées, par rapport au verre bi-concave de cristal, qui doit être au milieu, & qu'on suppose par conséquent isocèle, il naîtra de cette supposition des formules générales un peu différentes des précédentes; ces formules offrent une singularité bien surprenante, elles font voir qu'une partie de l'aberration oblique devient indestructible, quelque figure qu'on donne aux verres, & que cette partie de l'aberration reste à peu-près la même qu'elle seroit dans un simple objectif à l'ordinaire.

En appliquant cette formule au cas où l'on supposeroit les deux lentilles extérieures plan-convexes, le côté plan en dehors, on réduit la partie de l'aberration, qui n'est pas inaltérable, à n'être que la moitié & même un peu moins de celle que donneroient les lentilles, si elles étoient isocèles.

Il y a cependant une forme à donner à ces lentilles, qui pourroit anéantir toute la partie destructible de l'aberration, cette forme n'a pas échappé au calcul de M. Clairaut, & c'est par-là qu'il termine son Mémoire: son calcul lui donne exactement les rayons des convexités des deux lentilles & ceux des concavités du verre de cristal bi-concave ou isocèle qui doit être au milieu.

Telle est en abrégé la théorie de M. Clairaut sur cette importante matière. Indépendamment de la clarté qu'elle y a répandue, on a dû s'apercevoir qu'elle menoit à différens moyens de parvenir au but que l'on s'étoit proposé: cette multiplicité de moyens ne peut qu'être infiniment avantageuse. On sera à portée de choisir, avec connoissance de cause, ceux que la facilité du travail ou la précision de leurs effets devront faire préférer, suivant les différentes circonstances & les différens usages auxquels on destinera les lunettes. Il est toujours bien certain que sans cette théorie, l'Art dénué de principes, auroit été

été bien long-temps à parvenir, à force de tentatives, où il se trouve porté tout d'un coup : peut-être même n'y seroit-il jamais arrivé. Une matière aussi compliquée ne peut guère être amenée à la perfection par hasard, elle en exigeroit trop & de trop singuliers, pour qu'on puisse espérer qu'ils se présentent, & M. Clairaut aura toujours l'honneur d'avoir extrêmement contribué à la perfection d'une découverte infiniment utile, & qui sera à jamais une époque dans l'histoire de la Dioptrique.





ACOUSTIQUE.

SUR LES TUYAUX D'ORGUE.

V. le Mem.
p. 431.

ON est souvent étonné de ne l'avoir pas été : l'habitude de voir certains objets fait presque toujours disparaître ce qu'ils offrent de singulier ; un sifflet, une flûte, un tuyau d'orgue sont entre les mains de tout le monde : on fait même assez précisément la manière dont ils doivent être construits pour rendre tel ou tel ton ; mais quelle est la cause du ton qu'ils produisent , & comment le son se modifie-t-il dans l'intérieur du tuyau pour produire les différens tons qu'on en exige ? c'est ce que la plupart de ceux mêmes qui sont instruits de cette partie de l'Acoustique, ignorent absolument ou ne savent que très-imparfaitement.

Rien cependant n'est plus surprenant pour qui voudra y faire attention ; quel rapport entre un courant d'air divisé par le tranchant d'un biseau & le son qu'il nous fait entendre , & pourquoi un tuyau plus ou moins long, ouvert ou bouché , cylindrique ou conique , donne-t-il à ce son une intensité & des tons différens ? Cette singularité a piqué la curiosité de M. Daniel Bernoulli , il a porté sur cet objet des regards attentifs ; & après un long examen , il est parvenu à déterminer les règles auxquelles ces phénomènes sont assujettis & les loix mécaniques suivant lesquelles chaque tranche infiniment petite de l'air contenu dans un tuyau fait les allées & les venues , qui par leurs vibrations produisent le son.

Tous les Physiciens sont d'accord que le son est produit par les vibrations de l'air ; une corde tendue & pincée offre à l'œil ces vibrations & fait voir évidemment quelle en est la cause ; elle offre de plus un autre phénomène ; pendant qu'elle fait des vibrations totales , elle se partage encore en plusieurs

vibrations particulières, qui donnent ce qu'on appelle les *sons harmoniques*, c'est-à-dire la douzième & la dix-septième parties, ou les octave & double octave de la quinte & de la tierce, sans lesquelles le son musical ne peut subsister; on peut même entendre ces sons sans le son principal, en touchant une grosse corde de viole avec l'archet très-près du chevalet.

Puisque les tuyaux d'orgue donnent les sons musicaux, il doit donc s'y passer quelque chose d'analogue, mais on ne peut s'aider ici du secours des yeux, la corde sonore est ébranlée & le tuyau ne paroît faire aucun mouvement, il a fallu que l'analogie & le calcul guidaient absolument M. Bernoulli dans cette recherche: des guides de cette espèce étoient sûrs entre ses mains, & il a eu la satisfaction de voir qu'il avoit toujours trouvé non-seulement les résultats de son calcul conformes à l'expérience, mais qu'il avoit même été conduit à des phénomènes totalement ignorés. Il est presque inutile d'avertir ici qu'il n'y est question que des tuyaux à bouche ou de flûte, & nullement des tuyaux à anche.

Les flûtes de l'orgue sont en général de deux espèces; les unes sont ouvertes par leur extrémité opposée à la bouche, & les autres sont bouchées: ces dernières donnent un ton d'une octave plus bas que si elles étoient ouvertes, en sorte qu'un tuyau de quatre pieds bouché rend le même ton qu'un tuyau ouvert de huit pieds, mais le son en est plus sourd & moins éclatant, & c'est probablement pour cela qu'on a nommé ces jeux bouchés, *des bourdons*. Il n'est peut-être personne qui n'ait entendu parler de la comparaison des vibrations sonores avec les ondulations qui se font dans une eau tranquille lorsqu'on y jette une pierre, il n'y en a peut-être point de plus déséctueuses: celles de l'eau ne sont dûes qu'à la pesanteur de ce fluide, qui n'a point d'élasticité sensible, & celles de l'air tiennent principalement à son élasticité, sans que son poids y contribue que pour très-peu de chose. C'est cette élasticité, qui rend l'air si susceptible de vibrations, que si son mouvement est fort oblique, il affecte successivement un plan qui lui est opposé de mouvemens en sens contraires. Les marins n'éprouvent que trop

cette propriété quand leurs voiles font un trop grand angle avec la direction du vent ; c'est sur elle qu'est fondé le mouvement des tremblans de l'orgue & l'incommode bruit de quelques volets mal fermés.

C'est probablement cette même cause qui met en mouvement de vibration l'air contenu dans un tuyau : l'air chassé, ou contre la vive-arête des planches du tuyau, ou contre un biseau exposé à la fente par laquelle il doit passer, pousse dans un instant l'air qui y est contenu & lui cède dans un autre. Ces mouvemens alternatifs, très-promptement répétés, excitent dans l'air du tuyau ces vibrations qui produisent le son, & que ce dernier communique ensuite à l'air environnant qui le transmet à l'oreille.

La vibration excitée dans l'air en ébranle toutes les parties, mais toutes ne peuvent pas recevoir le mouvement qui fait le son, il n'y a que celles qui ont des ressorts égaux ou capables de produire des vibrations, qui concourent plus ou moins ensemble, qui puissent continuer le mouvement de vibration : celles qui ne concourent point du tout, ou qui ne le font que très-rarement, se détruisent & ne produisent aucun son ; c'est la raison physique pour laquelle il n'y a que les sons harmoniques qui se font entendre. Cette théorie a été donnée à l'Académie par M. Estève, de la Société royale des Sciences de Montpellier, & nous en avons rendu compte en 1750 *.

* Voy. *Mem.*
1750, 1751.

Cela supposé, si on imagine un tuyau cylindrique fermé par un bout, & que par l'autre on le fasse résonner, soit au moyen d'une bouche semblable à celle des tuyaux d'orgue, soit en soufflant simplement dans son embouchure comme dans le canon d'une clef, l'air enfermé dans ce tuyau se mettra en vibration, c'est-à-dire que chaque tranche infiniment mince de l'air qui y est contenu, souffrira un balancement alternatif très-vif dans le sens de l'axe. Ces vibrations, comme celles du pendule, seront sensiblement isochrones, & il ne résultera de leur plus ou moins de force qu'une plus ou moins grande intensité du son ; le son ne pouvant sortir que par la bouche du tuyau, il en résultera nécessairement qu'il s'y établira un

courant d'air, entrant & sortant alternativement à chaque vibration par son embouchûre; & comme toutes les vibrations qui se font au dedans du tuyau, quelque inégales qu'elles puissent être, sont nécessairement isochrones, le tuyau rendra toujours le même son, qui sera le son fondamental du tuyau si le soufflé est ménagé; car on peut, en le forçant plus ou moins, tirer encore d'autres sons du même tuyau. Nous aurons lieu d'en parler dans la suite.

Si nous supposons présentement que le tuyau soit ouvert à son extrémité, les vibrations s'y établiront comme dans le premier; mais l'air n'étant pas obligé de sortir par la même ouverture, il s'établira au milieu un point où elles seront détruites les unes par les autres, & qui fera véritablement en repos. On peut donc considérer, selon M. Bernoulli, ce tuyau comme composé de deux tuyaux bouchés, la lame d'air respectivement immobile faisant l'effet d'une séparation; or ces deux tuyaux seront de moitié plus courts que le tuyau total, que nous avons supposé égal au tuyau bouché de l'article précédent, ils donneront donc un ton d'une octave plus haut, & comme ils sont deux qui concourent à le produire, le son en sera beaucoup plus fort & plus éclatant.

Puisque le tuyau d'orgue rend un son musical, il faut nécessairement qu'il s'y établisse non-seulement des vibrations uniformes dans toute la longueur, mais d'autres partiales, qui, sans interrompre les premières, puissent exprimer les sons harmoniques, & si ces vibrations partiales sont quelque peine à imaginer, nous prions le Lecteur de vouloir bien se rappeler qu'une corde de viole, dont on touche avec l'archet l'octave ou la quinte, les fait voir distinctement à l'œil.

Il y a plus; ces sons harmoniques se feront entendre seuls, si on le veut, en embouchant le tuyau d'une manière différente: une flûte traversière, dont M. Bernoulli tenoit tous les trous bouchés, lui a fait entendre par le seul changement du vent & de la manière de l'emboucher, les sons harmoniques du ton quelle donnoit naturellement dans cet état, & ce qui est bien digne de remarque, on ne peut en tirer d'autres.

Voici comment M. Bernoulli explique ce singulier phénomène.

Il imagine que dans la circonstance dont nous venons de parler, l'air est mis en vibration à la vérité dans tout le tuyau, mais d'une façon bien différente de celle qui est nécessaire pour produire le son principal; dans ce dernier cas, les vibrations se font toutes en même sens ou tout au plus en deux sens différens: il ne peut donc s'établir qu'un seul point de repos, comme nous l'avons dit en parlant du tuyau ouvert; mais dans le cas des sons harmoniques, la longueur du tuyau se trouve partagée en plusieurs parties, telles que ces sons l'exigent, & les vibrations de la première se feront toujours en sens contraire de celles de la seconde, celles de la troisième en même sens que celles de la première, celles de la quatrième comme celles de la seconde; il y aura donc entre ces vibrations, qu'on peut nommer *positives* & *negatives*, des points où elles seront zéro, & où par conséquent l'air sera totalement en repos, sans contribuer en aucune manière au son: aussi M. Bernoulli a-t-il remarqué qu'en percant le tuyau dans ces endroits, on n'altéroit point le son qu'il donnoit quand c'étoit un des sons harmoniques; nous disons quand c'étoit un des sons harmoniques, parce que les vibrations qui donnent le son principal occupant uniformément tout le tuyau, elles n'y laissent aucun de ces points inutiles au son: on peut se représenter à l'œil toute cette théorie, en imaginant une ligne droite partagée en autant de points que le tuyau a de ces points de repos, & une courbe serpentante qui passe par ces points tantôt d'un côté de la ligne & tantôt de l'autre; les ordonnées de cette courbe placées alternativement à droite & à gauche de la ligne, exprimeront la valeur & le sens des vibrations.

Cette même théorie peut encore servir à expliquer ce qui se passe dans les trompettes & les cors de chasse. Ces instrumens ne donnent dans toute l'octave basse que le son fondamental, la tierce & la quinte, il ne faut pas en être étonné; il se forme dans leur tuyau des vibrations très-fortes en sens

contraire & des points de repos, tels que nous venons de les décrire, sans qu'on puisse tirer aucun des tons intermédiaires. M. Bernoulli le démontre par un calcul facile. C'est ainsi qu'un principe général une fois trouvé, sert à l'explication d'une infinité de phénomènes différens, & reçoit de cette application un nouveau degré de certitude.

Toute la théorie de la vibration de l'air dans les tuyaux d'orgue, se trouve donc, par l'ingénieuse hypothèse de M. Bernoulli, réduite au même système & presque aux mêmes loix que celle des cordes sonores, & il ne s'agit plus que d'examiner sur ce principe toute la marche de ces vibrations invisibles par elles-mêmes, mais auxquelles il a su donner par cette analogie, s'il m'est permis de m'exprimer ainsi, un corps qui pût être saisi & déterminé par le calcul; il va jusqu'à déterminer ce qui se passeroit dans un tuyau fermé par les deux bouts s'il étoit possible d'y exciter un son; exemple bien inutile dans la pratique, puisqu'un tel tuyau ne pourroit avoir aucun son, mais qu'il étoit cependant nécessaire d'examiner, tant parce que la théorie des tuyaux ouverts & bouchés par un bout découle immédiatement de celle-ci, que parce qu'il arrive quelque chose de semblable dans les tuyaux simplement bouchés par un bout lorsqu'on leur fait rendre les tons harmoniques, la dernière division qui se trouve entre le bouchon & le dernier point de repos étant précisément dans le cas d'un tuyau bouché par les deux bouts.

Il entre dans le calcul de M. Bernoulli un terme qui exprime la densité de l'air & son poids; or ces deux quantités étant variables, il est nécessaire que leurs variations influent sur le ton des tuyaux, celles de la pesanteur de l'air n'y feront pas un grand effet, parce qu'elles n'altèrent que très-peu ou point du tout le ressort de ce fluide, aussi voit-on que le ton & la vitesse du son sont entièrement les mêmes au bord de la mer & sur les plus hautes montagnes, malgré la différence du poids de l'air; mais le chaud & le froid augmentant ou diminuant ce ressort, doivent faire varier sensiblement le ton des tuyaux. Le calcul de M. Bernoulli donne dans le climat

de Bâle un demi-ton pour cette variation ; mais comme la température des églises est moins variable que celle de l'air extérieur, les Organistes, qui ont effectivement remarqué cette différence, la trouvent moins considérable.

Jusqu'ici le calcul de M. Bernoulli a supposé le bout du tuyau par lequel on souffloit absolument ouvert, & dans la pratique il ne l'est pas, cette extrémité est presque entièrement fermée, & il n'y reste d'ouverture que ce qu'on nomme la *lumière* ou *bouche du tuyau* : ce changement en doit nécessairement apporter un dans le ton que rend le tuyau, & il s'agissoit de le déterminer. Pour cela, M. Bernoulli a pris une espèce de flageolet sans trous, garni d'un piston qui pouvoit entrer dedans & y être poussé jusqu'à la lumière ; ce flageolet ainsi construit, étoit un tuyau qu'on pouvoit employer ouvert ou bouché, & qui, dans ce dernier cas, étoit susceptible de plusieurs tons & de différentes longueurs, & il avoit depuis le milieu de la lumière jusqu'à son extrémité ouverte, soixante-huit lignes. Il l'a d'abord essayé sans le piston, & ayant bien remarqué le ton qu'il donnoit, il a enfoncé le piston dedans jusqu'à ce que l'instrument donnât le même ton ; le piston étoit alors à vingt-neuf lignes du milieu de la lumière. C'étoit donc à cet endroit que, suivant ce que nous avons dit ci-dessus, se devoit faire le nœud ou point de repos dans le tuyau lorsqu'il étoit ouvert, & cette partie du tuyau de vingt-neuf lignes étoit exactement à l'unisson de l'autre partie, qui en avoit trente-neuf. Or, si on calcule, en vertu des nombres, quel ton la partie de vingt-neuf lignes devoit avoir, on trouvera qu'elle auroit dû rendre un ton d'une quarte plus haut que celle de trente-neuf : la lumière l'avoit donc fait baisser d'une quarte, mais à mesure que les tuyaux s'allongent, cette différence diminue, en sorte que dans les grands tuyaux d'orgue elle devient physiquement nulle.

Jusqu'ici nous n'avons examiné que les tuyaux cylindriques ouverts ou fermés, il en est cependant encore deux autres espèces, les tuyaux à cheminée & les tuyaux coniques.

Les tuyaux à cheminée ne sont, à proprement parler, ni ouverts

ouverts ni fermés ; ils sont composés de deux tuyaux cylindriques de grosseur très-irrégale , mis au bout l'un de l'autre sur un même axe & joints ensemble par une rondelle qui couvre le gros tuyau & qui est percée dans son milieu pour recevoir le petit.

M. Bernoulli commence l'examen de ces tuyaux par un, duquel il suppose le gros bout absolument fermé & le petit ouvert , dans lequel on souffle pour exciter le son. Il est clair que le déplacement des couches d'air diminuera , comme à l'ordinaire , depuis l'embouchure du petit tuyau jusqu'à la jonction des deux tuyaux ; là elle éprouvera une diminution subite , en raison de l'amplitude des deux tuyaux , & les vibrations deviendront d'une moindre étendue , & tout s'y passera de même que dans un tuyau cylindrique ouvert. Il y a donc un tuyau cylindrique ouvert qui se trouveroit à l'unisson du tuyau à cheminée : or dans tout tuyau cylindrique ouvert , il se fait , comme nous l'avons dit , vers son milieu un point de repos qui , comme un diaphragme , partage le tuyau ouvert comme en deux tuyaux bouchés , & par conséquent il doit aussi s'établir un point de repos ou diaphragme dans le tuyau à cheminée , mais il est bien sûr que ce ne sera pas au milieu de sa longueur. M. Bernoulli a cherché à déterminer ce point , ou , ce qui revient au même , les longueurs des tuyaux à cheminée , nécessaires pour leur faire produire les différens tons ; mais après cette détermination faite , il a voulu s'en assurer par expérience , il a pris une bouteille cylindrique à long col , & ayant mis au fond la quantité d'eau suffisante seulement pour le couvrir , il a soufflé dans l'embouchure ; & ayant bien remarqué le ton , il a calculé quelles devoient être les longueurs du corps cylindrique de la bouteille , pour donner les autres tons de l'octave , & il les a marqués sur le verre , versant ensuite de l'eau jusqu'à ces marques : il a soufflé à chaque expérience dans l'embouchure de la bouteille , & il a vu que cette bouteille , ainsi successivement raccourcie , donnoit effectivement les tons désignés aussi parfaitement que l'irrégularité du verre le pouvoit permettre.

Hist. 1762.

Z

Jusqu'ici nous avons considéré le tuyau comme ouvert par le haut & fermé par le bas; or les tuyaux de cette espèce sont ouverts par les deux bouts, puisque la bouche ou lumière leur tient lieu d'une ouverture. En introduisant cette circonstance dans le calcul, & ayant égard à l'abaissement de ton que cause la bouche substituée à la pleine ouverture, il parvient à trouver la position du diaphragme ou point de repos & leur proportion avec un tuyau cylindrique ouvert qui donneroit le même ton: nous disons leur proportion, car le tuyau à cheminée ne sera jamais aussi long que le tuyau simple ouvert, ni si court que le tuyau bouché, il participera à tous deux; & le son qu'il rendra, sera aussi moins éclatant que celui du tuyau ouvert, & plus que celui du tuyau bouché de même ton: M. Bernoulli a eu la satisfaction de voir son calcul cadrer parfaitement avec la comparaison qu'il a faite de tuyaux de même ton des deux espèces. La meilleure preuve d'une hypothèse, est la conformité des résultats qu'on en tire avec l'expérience.

Il ne nous reste plus à parler que des tuyaux coniques, qui sont le dernier article du Mémoire de M. Bernoulli.

Le calcul des vibrations de l'air, dans ces derniers tuyaux, devient infiniment plus difficile; il dépend cependant de la même théorie; mais le seul changement du tuyau cylindrique en tuyau conique, produit dans bien des cas des équations si rébelles, qu'on ne peut venir à bout de les intégrer. M. Bernoulli a eu recours aux suites, & il est parvenu à en obtenir une qui peut se réduire à des quantités finies, & il a obtenu, par ce moyen, ce que les méthodes directes lui refusoient. Voici le précis de la méthode & de ses résultats.

Dans un tuyau conique, comme dans un cylindrique, il se peut faire différens ordres de vibrations, suivant le ton qu'on lui fait rendre: si c'est le plus grave de tous, il ne se forme qu'une espèce de vibrations, elles vont toutes du même côté, mais alternativement vers le sommet & vers la base; si on lui fait rendre l'octave au-dessus, il ne se forme qu'un seul diaphragme ou point de repos vers le milieu du tuyau; si c'est la quinte, il s'en forme deux, & pour lors les vibrations

se font en sens contraires dans les intervalles, &c. Nous n'en dirons pas davantage sur cette théorie, qui est au fond la même que celle que nous avons appliquée aux tuyaux cylindriques.

Entre tous ces nœuds il se trouve des points où la densité de l'air reste constante pendant qu'elle varie, par les vibrations, dans tout le reste de l'intervalle. M. Bernoulli appelle ces points *ventres*, par analogie à ce qu'on nomme ainsi dans une corde mise en vibration, & la nature de ces ventres est telle, qu'on pourroit couper le tuyau dans quel ventre on voudroit, sans que chaque partie changeât de ton, pourvu qu'on ménagât le soufflet de façon à lui faire prendre toujours le même nombre de nœuds qu'il avoit : ces ventres, dans le tuyau cylindrique, sont toujours au milieu de l'espace compris entre deux nœuds ; mais ils ne sont pas placés de même dans le tuyau conique. M. Bernoulli cherche donc à déterminer la position des uns & des autres, & voici les résultats de son calcul, confirmés presque en tout par l'expérience.

Tout tuyau conique ouvert est à l'unisson d'un tuyau cylindrique aussi ouvert & à peu près de même longueur.

Les tons successifs, qu'on peut tirer d'un même tuyau conique, vont, en raison des nombres naturels, comme dans le tuyau cylindrique.

On peut, comme nous l'avons dit, couper un tuyau conique à tous ses ventres, c'est-à-dire en parties égales, sans que chaque partie change de ton & cesse d'être à l'unisson.

Lorsqu'on fait rendre au tuyau des tons plus hauts, ou comme M. Bernoulli les nomme, d'un ordre plus élevé, les distances entre les nœuds deviennent sensiblement égales, quoiqu'elles soient très-inégaies dans les ordres inférieurs, tandis que les ventres sont toujours également éloignés pour tous les ordres, différence essentielle qui caractérise le tuyau conique & le distingue du cylindrique ; enfin le tuyau conique sera toujours un peu plus long que le tuyau cylindrique de même ton.

La manière dont se font les vibrations dans un tuyau conique conduit nécessairement à expliquer l'effet des porte-voix &

la propagation du son : les porte-voix ramassent , pour ainsi dire , en un point la voix qui se répandroit sans cela dans toute une demi sphère ; mais si on veut en tirer avantage , il faut que la voix soit , pour ainsi dire , d'accord avec le tuyau ; observation nécessaire aussi aux jeux d'anche , qui ne rendent pas la moitié du son qu'ils devroient rendre quand le ton de l'anche n'est pas proportionné à la longueur du tuyau auquel il est appliqué.

Puisqu'on connoît la manière dont se font les vibrations dans les tuyaux coniques , on peut regarder tout l'hémisphère opposé aux corps sonores comme partagé en une infinité de tuyaux coniques infiniment alongés & dont la pointe vient se rendre à ce corps sonore : alors il est sûr que l'assemblage de toutes les vibrations de ces tuyaux coniques fera la propagation du son en tout sens , & que par conséquent cette propagation est sujette aux mêmes règles. Il y aura donc des cercles ou plutôt des couches sphériques alternativement ébranlées & immobiles qui diminueront de force à mesure qu'elles augmenteront en grandeur : ces espèces d'ondulations seront d'autant plus larges que le son sera plus grave.

Si on suppose , par exemple , un son formé par des ondulations , qui d'abord fussent larges d'un pied , & que ce son put être entendu à quinze mille pieds , ou cinq quarts de lieue parisienne , il se formera nécessairement quinze mille ondulations. Or , les ébranlemens dans les tuyaux coniques diminuent en raison des distances ; ces ébranlemens seront donc quinze mille fois plus petits que dans la première ; & si les plus grandes excursions ont été d'une ligne , elles ne seront plus que de la quinze millième partie d'une ligne dans l'endroit où le son cesse d'être perceptible. Combien les fibres de l'oreille doivent-elles être sensibles pour être affectées d'un si petit mouvement !

Ces cônes infiniment aigus , qu'on peut appeler les *rayons sonores* , auront donc leurs nœuds & leurs ventres , & la distance de ces derniers diminuera un peu en s'éloignant du sonnet ou de la pointe du cône. Un seul & même rayon pourra donc être ébranlé par plusieurs autres qui le croiseront , si

où il se trouve un nœud dans l'un il y a un ventre dans l'autre ; alors chaque espèce de vibration sera indépendante de l'autre. On pourra donc entendre plusieurs sons musicaux à la fois, tandis que l'assemblage des sons discordans n'affectera l'oreille que d'un bruit confus.

Tel est le précis très-abrégé de la théorie de M. Bernoulli ; il falloit & son art & son savoir pour rendre sensibles & soumettre au calcul des quantités qu'on ne pouvoit ni apercevoir ni mesurer actuellement, & ce sera une obligation que lui auront à jamais tous ceux qui voudront travailler sur cette partie de l'Acoustique.





M É C A N I Q U E.

SUR UNE

NOUVELLE ESPÈCE DE PISTONS.

V. les Mém.
P. 1.

L'UTILITÉ des pompes dans une infinité de circonstances a souvent engagé les Mécaniciens à faire de ces machines l'objet de leurs recherches & à tenter tous les moyens possibles pour les perfectionner.

De toutes les parties d'une pompe, le piston est peut-être la plus essentielle; aussi n'a-t-on jusqu'ici négligé aucun travail pour donner à cette partie de la machine une construction qui le rende solide, exact & facile à mouvoir: c'est à quoi ont tendu jusqu'ici les travaux des Mécaniciens: nous allons bientôt voir avec quel succès.

Les pistons des pompes sont en général de deux espèces, les uns qu'on nomme *sans frottement*, & les autres qui frottent réellement contre les parois du corps de pompe.

On n'en connoît guère que trois de la première espèce; le premier est composé d'un cylindre de cuivre, ayant au moins une hauteur double du diamètre de sa base; ce cylindre doit être, à très-peu près, du même diamètre que l'intérieur du corps de pompe qu'il doit presque toucher par-tout sans frotter nulle part. On juge bien que ces deux pièces ne peuvent être travaillées avec trop de soin si on veut qu'elles produisent leur effet, & que cette espèce de piston doit résister aussi très-long-temps à l'action des liqueurs âcres qu'on peut faire élever à la pompe; c'est pourquoi on l'emploie aux pompes qui servent à élever de la lessive, dont l'action auroit bientôt détruit les cuirs des autres pistons, dont nous parlerons ci-après, & cette espèce de pompe en a retenu le nom de *pompe à lessive*, sous lequel elle est connue.

Comme le piston de cette pompe ne touche pas exactement le corps de pompe, il y a nécessairement entre deux un vide très-petit à la vérité, mais par lequel l'eau s'échappe en une quantité d'autant plus considérable, que le poids de la colonne qu'elle soutient est plus grand, & c'est ce qui empêche d'employer ce piston, quoique sans frottement, dans les pompes qui doivent élever l'eau un peu haut, il s'en perdrait une trop grande quantité: on peut même aisément se convaincre que dans les médiocres hauteurs, cette perte est sensible, car en connoissant le diamètre du corps de pompe & la levée du piston, on peut aisément connoître combien la pompe doit donner d'eau dans un certain nombre de coups de piston; & si on en fait l'expérience, on trouvera toujours la quantité d'eau donnée par la pompe au-dessous de celle qu'elle auroit dû fournir suivant le calcul.

La seconde espèce de pistons, qu'on nomme *sans frottement*, n'exige pas à beaucoup près autant d'exactitude & d'attention que ceux dont nous venons de parler: ces pistons sont composés de rondelles de cuir enfilées, qui forment un cylindre semblable au cylindre de cuivre dont nous venons de parler, & ce piston est bientôt moulé dans le corps de pompe, mais il ne peut servir long-temps sans laisser échapper l'eau.

La troisième espèce de piston sans frottement, est celle qui fut proposée par M.^r Goffet & la Deuille; il consiste en un plateau de bois, percé dans son milieu pour laisser passer l'eau quand le piston descend, & garni d'une soupape qui l'empêche de s'écouler par cette ouverture quand le piston remonte: ce piston est placé entre deux cuirs circulaires, qui lui permettent de s'élever & de s'abaisser d'une certaine quantité, mais il est évident que ces cuirs, plies alternativement d'un sens & de l'autre, doivent se couper en peu de temps, & que d'ailleurs étant continuellement chargés d'une colonne d'eau, qui doit être assez large pour suppléer au peu de mouvement du piston, on ne peut s'en servir toutes les fois que la pompe devra monter l'eau un peu haut.

Le piston qu'on emploie le plus ordinairement dans les pompes qui doivent élever l'eau assez haut, & être d'un fréquent usage, est composé d'un morceau de bois tourné, dont le diamètre est plus petit que celui du corps de pompe. Au haut de ce cylindre de bois est creusée une espèce de feuillure circulaire d'environ quatre à cinq lignes de profondeur, dans laquelle est cloué le bout d'une bande de cuir, taillée de manière qu'elle forme une espèce de vaisseau conique, dont l'extrémité supérieure touche l'intérieur du corps de pompe. Il résulte de cette construction, que lorsque le piston descend, l'eau fait appliquer la bande de cuir contre le piston & trouve un libre passage entre celui-ci & le corps de pompe pour passer au dessus, mais que dès que le piston remonte, le poids de la colonne d'eau, qui porte sur la bande de cuir, fait élargir l'espèce de vaisseau qu'elle forme & l'oblige d'appliquer ses parois contre le corps de pompe d'autant plus exactement que la colonne d'eau est plus pesante.

Cette construction ne laisseroit rien à désirer, si à la simplicité dont elle jouit elle joignoit la solidité, mais il arrive presque toujours que le poids de la colonne d'eau, soutenue par le cuir, ou le renverse ou détache les clous qui le joignent au piston; alors l'eau n'ayant plus rien qui la retienne, s'écoule & rend la pompe inutile : d'un autre côté, les clous sortis de leurs feuillures rayent avec leur tête le corps de pompe, & cela d'autant plus facilement, que le bois est plus petit que le tuyau, rien ne l'empêche de se jeter plus d'un côté que de l'autre, selon que le déplacement du cuir, qui n'est jamais égal tout autour, l'y sollicite.

C'est ce qui a engagé M. Deparcieux à chercher une construction de pistons, qui eût les avantages de celui-ci sans en avoir les inconvéniens : celui qu'il propose n'a point de clous, le cuir ne peut absolument se renverser, il va toujours dans une direction parallèle à l'axe du corps de pompe & n'a qu'un frottement presque insensible.

Ce piston est composé de deux pièces de cuivre ou de fer

fer fondu, qui, jointes ensemble par la verge de fer qui les enfile toutes deux, forment un corps à peu-près cylindrique, d'un diamètre un peu plus petit que celui du corps de pompe; nous disons à peu près cylindrique, parce qu'il va un peu en dépouille, & que la base inférieure est plus petite que la supérieure: ce cylindre est percé, selon sa longueur, de trois ouvertures, par lesquelles l'eau peut aisément passer lorsqu'on abaisse le piston; mais lorsqu'on le remonte, une pièce de même métal, garnie de cuir en dessous, & qui peut se mouvoir de haut en bas le long de la verge de piston, dans laquelle elle est enfilée, s'applique sur ces ouvertures & intercepte le retour de l'eau qui se trouve au-dessus du piston avec d'autant plus d'exactitude que la colonne se trouve plus grande.

Entre les deux pièces qui composent le piston, se trouvent ferrées deux autres parties destinées à toucher le corps de pompe, l'une est une rondelle de plomb dont les bords, fondus exprès, s'appliquent sur la surface extérieure du cylindre, & y forment une large bande qu'on rend du même diamètre que le corps de pompe, en l'y faisant entrer un peu à force, & l'y faisant aller & venir à plusieurs reprises: cette pièce est destinée tant à faire mouvoir le piston parallèlement au corps de pompe, qu'à soutenir la seconde pièce dont nous allons parler.

Elle est composée d'une espèce de tasse de cuir fort, dont le fond est évidé aux endroits qui répondent aux ouvertures intérieures du piston, & dont les bords embrassent, en se relevant, la surface extérieure du piston; c'est ce cuir qui, pressé par la colonne d'eau que le piston enlève, s'applique exactement contre le corps de pompe, sans y frotter au-delà de ce qui est nécessaire pour que le piston soit fidèle & fasse son effet: on voit aisément que, par cette construction, l'eau ne peut ni le détacher, parce qu'il est d'une pièce, ni le renverser, parce qu'il est soutenu en dessous par le plomb & n'a pas assez d'espace pour se retourner; on fait prendre au cuir cette forme, en le mettant tout mouillé dans un vaisseau fait exprès, & l'y assujettissant avec un morceau de bois tourné pour cet effet.

Ce piston, comme on voit, conserve tous les avantages de celui auquel M. Deparcieax le substitue, sans avoir aucun de ses défauts; il est vrai qu'il coûtera un peu plus, mais sa durée & son exactitude indemnifient bien de ce petit excès de dépense; & comme il se démonte avec la plus grande facilité, il sera toujours aisé de réparer celle de ses pièces qui se feroit dérangée. C'est résoudre un problème de cette espèce dans toute son étendue, que d'allier ensemble, en pareille matière, la précision des effets, la solidité de la pièce qui les opère & la facilité de la réparer en cas d'accident.

L'ACADÉMIE, en rendant compte au Public, dans l'histoire de l'année dernière, de la publication de son travail sur la description des Arts, s'étoit engagée à lui annoncer chaque année les Arts dont la description auroit paru; c'est de cet engagement qu'elle s'acquitte ici pour cette année: les Arts qui ont paru en 1762, sont au nombre de huit.

Le premier est *l'art de l'Ardoisier*, par M. Fougeroux; il y décrit non seulement la manière de tirer l'ardoise du sein de la terre, de la fendre, de la tailler & de la rendre propre aux usages auxquels on l'emploie ordinairement, telle qu'elle est usitée dans les carrières ou carrières d'ardoise des environs d'Angers, les plus considérables du royaume, mais encore celle qui est usitée dans celles de Rimogne près Mézières en Champagne, & dans celles de plusieurs autres endroits: on voit, par la différence de ces procédés que celle des circonstances a exigée, combien la pratique d'un art peut être variée sans s'écarter des principes sur lesquels il est appuyé.

Le second est *l'art du Cirier*, M. du Hamel y a joint à ses propres recherches les observations qui lui ont été communiquées par M. Trudon propriétaire de la belle manufacture établie à Antony, celui peut-être de tous les manufacturiers du royaume qui a fait le plus d'études & de tentatives pour parvenir à la perfection de son art; M. du Hamel prend l'art du Cirier depuis le moment où la cire est tirée des ruches,

jusqu'à celui auquel les plus beaux ouvrages de cette espèce sont achevés ; il y explique toutes les opérations nécessaires pour blanchir la cire , pour la mettre en état d'être employée , & tous les moyens ingénieux qu'on met en usage pour accélérer & faciliter le travail , & pour conserver aux différens ouvrages la perfection & la propreté qui leur est si nécessaire ; chaque opération est rappelée aux principes physiques sur lesquels elle est fondée , & on ne pourra certainement lire la description de cet art , sans être étonné de tout le travail & de toutes les attentions qu'il exige.

Le troisième est *l'art de faire les Tapisseries de cuir doré*, par M. Fougeroux : cet art offre à la curiosité du lecteur bien des procédés dignes d'attention ; mais le plus singulier de tous est certainement celui par lequel on donne la couleur d'or la plus parfaite , à l'argent dont on recouvre ces peaux : bien des gens ont peut-être vu long-temps de ces teintures si bien dorées , sans soupçonner qu'il n'y entre pas un seul grain d'or ; mais ce qui doit relever le prix de ces tapisseries , c'est la propriété qu'elles ont de résister à l'humidité qui , dans des endroits bas & peu souvent habités , tels que les rez de chaussée de la plupart des châteaux , détruiroit bientôt toutes celles qu'on voudroit leur substituer.

Le quatrième est *l'art du Parcheminier* : M. de la Lande qui en est l'auteur , y décrit non-seulement tous les procédés qu'on emploie pour mettre les différentes peaux en état de servir à l'Écriture , au Dessin , à la Peinture & aux autres usages auxquels on emploie le parchemin , le vélin & les autres peaux préparées de cette manière ; mais il y donne encore une histoire abrégée de l'origine de cet art & des différens réglemens qui ont été faits à ce sujet , dans laquelle on trouvera un grand nombre de faits très-intéressans.

Le cinquième contient la troisième & la quatrième partie de *l'art des Forges à fer*, par M. le Marquis de Courtivron & M. Bouchu , Correspondant de l'Académie : la première traite

de la construction des fourneaux destinés à fondre la mine, de la fabrique des moules destinés à former les différens ouvrages de fonte de fer, & des précautions nécessaires pour couler ces ouvrages : on y admirera l'art avec lequel on est parvenu à ménager l'action du feu presque à volonté, par la différente construction des fourneaux, les différentes manières d'y porter le vent nécessaire pour en augmenter l'activité, & enfin l'industrie avec laquelle on est parvenu à former avec de la terre des moules assez précis pour y couler des chaudières & d'autres pièces aussi minces, sans qu'il se trouve dans leur épaisseur d'inégalité sensible. La seconde est une traduction faite par M. Bouchu, du Traité du fer, écrit en latin par M. Swedemborg : cet ouvrage, qui contient dans le plus grand détail les pratiques usitées dans les forges à fer de Suède, forme une suite d'autant plus naturelle de cet art, qu'il présente aux yeux une très-grande quantité de moyens de parvenir au même but, & que cette variété de procédés exposés par un homme habile, ne peut que jeter de grandes lumières sur la théorie de l'art des forges : M. Swedemborg a même poussé l'attention jusqu'à examiner l'usage des mines de fer, non-seulement par rapport aux forges, mais encore relativement à tous les autres avantages qu'elles peuvent procurer, comme les eaux minérales, &c.

Le sixième art, suite naturelle de celui des forges à fer, est celui de la *Forge des enclumes*, par M. du Hamel. Quoiqu'il n'y soit pas question de la production du fer, & que communément cet art se pratique loin des forges, cependant l'énormité de la masse des enclumes oblige d'employer des procédés à peu près semblables à quelques-uns de ceux qu'on emploie dans les affineries des grandes forges, & on y verra sans doute avec plaisir les moyens simples & ingénieux que les ouvriers qui forgent les enclumes, emploient pour suppléer aux secours qu'ils trouveroient dans une grande forge & qu'ils ne pourroient se procurer dans les différens endroits où ils sont obligés successivement de travailler, leur étant bien plus aisé de transporter leur équipage que leurs ouvrages.

Le septième art est celui *du Cartonier*, par M. de la Lande; on y retrouvera en petit & d'une manière bien plus grossière les mêmes procédés que le Papetier met en usage; espèce d'économie nécessaire pour procurer, à très-bon marché, une matière aussi généralement utile que le sont les différentes espèces de carton.

Le huitième & dernier art qui ait paru en 1762, est celui du *Cartier* ou *l'art de faire les Cartes à jouer*, par M. du Hamel: cet art, que l'oisiveté, & peut-être aussi quelquefois l'avidité des hommes, ont rendu l'objet d'un très-gros commerce, offre une infinité de pratiques singulières, sur-tout celle d'appliquer les couleurs à travers des cartons percés qui se rapportent si exactement, qu'il semble que chaque figure ait été colorée à la main & séparément, & celle de couper les cartes avec des ciseaux si également, qu'on croiroit que chaque jeu a été ferré dans une presse & coupé au couteau de Relieur.

MACHINES OU INVENTIONS APPROUVÉES PAR L'ACADÉMIE

EN M. D C C L X I I.

I.

UNE Pendule à demi-secondes, présentée par M. Millot, Horloger de Paris: cette pendule sonne, comme les pendules ordinaires, les heures & les demies; elle marque, par plusieurs ouvertures percées dans le cadran, l'année, le nom du mois où l'on se trouve & le nombre de jours qu'il contient, le quantième du mois, celui de la Lune, la lettre dominicale, l'épacte, le nombre d'or, le cycle solaire, la phase de la Lune, le lever & le coucher du Soleil pour Paris: ce lever & ce coucher s'y marquent même d'une façon singulière; comme le rouage qui entraîne l'image du Soleil ne pourroit la faire passer en trois minutes sous la pièce qui représente l'horizon, un petit rouage qui se détend alors, fait élever dans ce même espace de temps une ailette qui couvre le Soleil &

TROIS HISTOIRE DE L'ACADÉMIE ROYALE

en fait retomber le matin une autre à l'heure du lever du Soleil : à l'instant que le Soleil de la pendule se couche, il s'ouvre dans tout l'étendue du fond bleu qui représente le Ciel, quatre-vingt-dix petites ouvertures, par lesquelles sortent quatre-vingt-dix petits brillans qui représentent les étoiles. Comme le mois de Février est tous les quatre ans de vingt-neuf jours, une étoile à trois rayons, & qui n'est en place que de quatre en quatre ans, fait avancer le lendemain du 28 une petite languette qui le recouvre & qui porte le chiffre 29. La manière dont les années sont marquées par cette pendule, n'est pas moins curieuse : l'Auteur y emploie quatre cercles, chargés chacun de dix chiffres; celui des unités avance d'une division tous les ans, & lorsqu'il a fini son tour, il fait passer une de celles du cercle des dizaines, celui-ci en fait autant pour celui des centaines, & ce dernier pour celui des milles; en sorte que cette assemblée peut marquer jusqu'à l'an 9999, temps auquel l'horloge ne subsistera certainement plus depuis long-temps. On a cru que tous ces différens effets, dont plusieurs sont ou nouveaux ou exécutés d'une façon nouvelle, prouvoient dans l'auteur une grande intelligence & beaucoup de sagacité.

I I.

Une autre pendule du même M. Millot : ce que celle-ci a de particulier, c'est que quoique son pendule ne soit qu'à demi-secondes, l'aiguille marque néanmoins les secondes en un seul temps comme les pendules à secondes, & cet avantage est dû à la construction de l'échappement. Quoique l'idée de faire marquer les secondes en un seul temps aux aiguilles des pendules à courte vibration ne soit pas nouvelle, on a trouvé l'échappement de M. Millot simple & ingénieux; il n'a besoin que de très-peu de force, il n'occasionne qu'un très-petit frottement, il n'a ni trop ni trop peu de chute, & l'Académie a cru que son application aux pendules de cette espèce ne pouvoit qu'être utile.

I I I.

Un Moulin horizontal, proposé par le sieur Bonrier, Machiniste ordinaire de S. M. le Roi de Pologne Duc de

Bar : ce moulin a , comme les moulins à la polonoise , le grand avantage d'être toujours tourné au vent de quelque côté qu'il vienne ; le partage de l'aile de la position verticale où elle prend le vent , à la situation horizontale où elle cesse de le prendre , s'y fait avec beaucoup de douceur & de facilité. Quoique cette construction ne paroisse pas pouvoir être appliquée sans inconvénient aux moulins ordinaires , à cause de la longueur de leurs ailes , qui , en faisant plier les volans , gêneroit leur mouvement , on a cru qu'elle pouvoit être très-bien appliquée dans tous les cas où la longueur des volans seroit médiocre , comme lorsqu'il s'agit de faire mouvoir un ventilateur ou une petite pompe , cette espèce de moulin n'exigeant d'autre soin que celui de proportionner la toile des ailes à la force du vent.

I V.

Un nouvel Instrument de musique à clavier , monté en cordes à boyau , présenté par M. le Gay : les cordes y sont attachées sur un cylindre creux qui en fait le corps , & elles sont mises en jeu par une roue de bois garnie de crin à sa circonférence , qu'on fait aller avec le pied & qui leur sert d'archet à peu-près comme la roue d'une vielle , mais avec cette différence que les cordes de la vielle portent toujours sur la roue , au lieu que celles du nouvel instrument n'y portent que quand une petite pièce , qui répond au clavier , les oblige de s'en approcher lorsqu'on baïssé la touche qui répond à chaque corde , ce qui donne la facilité de tirer des sons plus ou moins forts. L'auteur a joint à cette machine un *clavier* de pedale , qui va par les mêmes moyens , & un second clavier , qui répond à un autre jeu de cordes à boyau , placé sur le même corps d'instrument , & dont il tire le son , non en se servant de la roue , mais au moyen de fûtereaux garnis , au lieu de plume , d'un petit morceau de cuir dur , ce qui produit un son assez approchant de celui du tiorbe ou de la guitare ; l'harmonie de cet instrument est agréable & ressemble à un concert de parties de viole ; elle peut même être extrêmement variée par les différentes manières de toucher le clavier : cet instrument

a paru ingénieux & mériter les efforts que l'Auteur est dans le dessein de faire, pour lui donner toute la perfection dont il est susceptible.

V.

Une nouvelle manière, proposée par le sieur Chellier, Maître Arquebustier, d'assujettir sur le fût la platine des armes à feu, & sur-tout celle des fusils de chasse, au moyen de laquelle on peut, en pressant un bouton, ôter en un instant la platine entière & la remettre avec la même promptitude. On sent assez l'avantage de cette construction, tant pour mettre le fusil à l'abri, en cas de pluie, que pour prévenir des accidens qui n'arrivent que trop souvent; un fusil étant absolument hors d'état de tirer quand il est privé de sa platine, qu'on peut lui rejoindre toujours en un instant lorsqu'on voudra le mettre en état de servir.

V I.

Des Rames à l'usage des galères & des vaisseaux, proposées par M. Babut: elles sont placées verticalement hors du vaisseau; elles se meuvent parallèlement à la quille, pour donner le coup de rame, & ensuite perpendiculairement à cette même quille, pour se relever & sortir de l'eau par leur tranchant. Comme on peut les faire aisément plonger plus ou moins, on peut, en augmentant le nombre des rameurs, augmenter leur force; ce qui ne se peut avec les rames des galères, dont on raccourcit la partie intérieure en augmentant l'extérieure: les rameurs ne s'embarassent point & travailleront tous également; on peut même en placer dans la calle qui agiront utilement en halant des cordages. Cette invention a paru mériter qu'on en fit des expériences en grand, pour en évaluer plus précisément les avantages & pour en connoître & en corriger les défauts.

V I I.

Des nouveaux Caractères d'Imprimerie pour la Musique, inventés & exécutés par M. Fournier le jeune. Il a paru, par les différentes épreuves que l'Auteur en a présentées, que ces caractères donnoient à l'impression de la Musique cette force & cette netteté que la seule gravure en taille-douce avoit pu jusqu'ici lui donner; & qu'on n'avoit encore jamais pu obtenir
en

en France avec les caractères fondus : quoique les Allemands eussent déjà fait en ce point de grands pas vers la perfection, ces caractères ont paru devoir être d'autant plus utiles, qu'en conservant à la Musique toute la force & la netteté de la gravure, ils en diminueront considérablement le prix.

V I I I.

Une machine à battre le blé, présentée par M. de Malassagny : cette machine exécute l'opération proposée, au moyen de pilons garnis par enbas d'empatemens cannelés, & qui étant successivement élevés par les mentonnets d'un arbre qu'on fait tourner comme dans les moulins à poudre ou à foulon, frappent le blé par leur chute. Le bâtis sur lequel tout est porté, est mobile sur des roulettes & se peut transporter en avant, en arrière & latéralement, pour battre par ce moyen tout le blé qui est étendu sur l'aire. Quoique les pilons ne puissent pas donner cette espèce de coup de fouet que le blé reçoit du flau, cependant on a cru que cette machine devoit faire au moins un effet égal à celui des pieds des bestiaux, qui dans bien des endroits sont les seuls agens qu'on emploie pour battre le blé, & elle a paru très-propre à produire l'effet qu'on en peut attendre, sur-tout lorsqu'elle aura été simplifiée, comme l'auteur se le propose & comme elle en est susceptible.

LE Parlement ayant fait l'honneur à l'Académie de lui demander son avis sur les Lettres patentes obtenues par le sieur Mellawits, par lesquelles le Roi lui accorde la permission d'argenter par fusion toutes sortes d'ouvrages de cuivre suivant sa méthode, approuvée par l'Académie; sur celles obtenues par le sieur Durand; Maître Serrurier à Paris, pour l'établissement d'une machine propre à tailler des limes de toute espèce & de tout calibre, & à retailler celles qui sont usées; & sur celles obtenues par les sieurs Vidal, père & fils, Desaubus & Ferrand, portant permission de fabriquer ou de faire fabriquer des ouvrages d'un métal de leur composition, imitant la blancheur de l'argent, & d'en établir la vente & le débit:

Hist. 1762.

Bb

la Compagnie a trouvé que le procédé du sieur Mellawitz pour argenter le cuivre, étoit très-différent de celui qui est en usage, qu'il pouvoit être fort avantageux au Public, & qu'il étoit à souhaiter que cette méthode s'établît dans le Royaume * :

* *Tr. II.
1756. q. 136.*

Que la machine proposée par le sieur Durand, pouvant être très-facilement montée pour différentes sortes de tailles, depuis la plus grosse jusqu'à la plus fine, au moyen de différentes étoiles que l'on change aisément, épargnant d'ailleurs une main-d'œuvre considérable, en taillant à la fois huit gros carreaux par l'action d'un seul homme sur une manivelle, elle pouvoit être utilement employée : Et qu'enfin le métal des sieurs Vidal, Desaubus & Ferrand, étant connu par les expériences que l'Académie en a précédemment faites, il n'y a aucune raison de s'opposer à l'enregistrement de leurs Lettres patentes, pourvu qu'il leur soit défendu de faire de ce métal aucuns vaisseaux ni ustensiles servant à l'usage des alimens & de la boisson.

DANS le nombre des Pièces qui ont été présentées cette année à l'Académie, elle a jugé les quinze suivantes dignes d'avoir place dans le Recueil de ces Ouvrages qu'elle fait imprimer.

Sur la manière de fondre, avec plus d'économie que par la méthode ordinaire, les Mince de fer de toute espèce. Par M. de Grignon, Maître de Forge à Bayard.

Observations sur un banc de terre créacée & de pierres branchues qui est aux environs de Riom. Par M. du Tour, Correspondant de l'Académie.

Sur la Comète qui a paru en 1760 dans la constellation du Lion. Par le P. Pézenas, Professeur royal d'Hydrographie & Directeur de l'Observatoire de la Marine à Marseille, Correspondant de l'Académie.

Sur la congélation & la concentration du vinaigre radical. Par M. le Marquis de Courtenvaux.

Sur l'Éther marin, par le même.

Observations astronomiques faites à Toulouse. Par M. d'Arquier, de l'Académie royale des Sciences & Belles-Lettres de Toulouse, Correspondant de l'Académie.

Observation du passage de Vénus sur le disque du Soleil, observé à Paris à l'Hôtel de Cluny, avec des remarques sur cette Observation & sur la théorie de Vénus. Par M. Messier.

Observation de l'Éclipse de Lune, du 8 Mai 1762, faite à Bayeux. Par M. l'abbé Outhier, Correspondant de l'Académie.

Observation de l'Aurore boréale de la nuit du 22 au 23 Mai, faite à Paris. Par M. Messier.

Observations de la Comète qui a paru au mois de Mai 1762, faites à l'Hôtel de Cluny. Par le même.

Observations de l'Éclipse de Lune du 8 Mai 1762, faite à Rouen. Par M. Bouin, Correspondant de l'Académie.

Sur des Pierres trouvées dans la vessie d'un bœuf. Par M. Bourgelat, Correspondant de l'Académie.

Sur la fabrique de la Colle de poisson en Russie. Par M. Müller, Secrétaire de l'Académie Impériale de Pétersbourg, Correspondant de l'Académie.

Observation des trois Éclipses arrivées en 1762, faite à Leyde. Par M. Lulofs, Correspondant de l'Académie.

Observation de l'éclipse de Lune du 1.^{er} Novembre 1762, faite à Rouen. Par M. Bouin, Correspondant de l'Académie.

L'ACADÉMIE avoit proposé pour le sujet du Prix de 1762; *Si les Planètes se meuvent dans un milieu dont la résistance produise quelque effet sensible sur leur mouvement?*

Elle a adjugé ce Prix à la Pièce n.^o 6, qui a pour devise:

Quâ vi per faciles volvantur sidera Cælos,

dont l'Auteur est M. l'abbé Bossut, Professeur royal de Mathématiques de l'École du Génie à Mézières, & Correspondant de l'Académie.

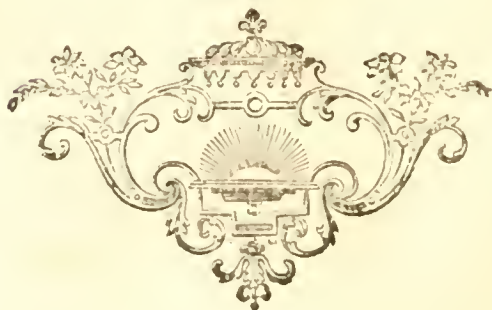
Celle qui a paru en approcher davantage est la Pièce n.º 1, qui a pour devise :

*Hæc super imposuit liquidum & gravitate carentem
Æthera nec quidquam terrenæ fixis habentem.*

L'Académie a cru pouvoir citer cette Pièce avec éloges, comme remplie d'excellentes recherches.

Celle qui a paru approcher davantage des deux précédentes, est la Pièce n.º 2, dont la devise est :

..... *Cursus*
Æthercos patitur vastum per inane moveri.





ÉLOGE

DE M. L'ABBÉ DE LA CAILLE.

NICOLAS-LOUIS DE LA CAILLE, Professeur de Mathématiques au Collège Mazarin, des Académies Royales des Sciences de Paris, de Petersbourg, de Bologne & de Gottingue, naquit à Rumigny, près de Rosoy en Tiérache, le 15 Mars 1713, de Nicolas-Louis de la Caille & de Barbe Rubuy, tous deux alliés à plusieurs familles anciennes & distinguées du Laonnois. Son père avoit servi d'abord dans la compagnie des Gendarmes de la Garde, & fait ensuite plusieurs campagnes dans l'Artillerie; ce fut dans une de ces dernières qu'il eut occasion d'être connu de M. le Duc de Bourbon, père de M. le Prince de Condé; ce Prince, qui avoit pris beaucoup de goût pour lui, lui procura à la paix la place de Capitaine des chasses de Madame la Duchesse de Vendôme à Anet; ce fut alors qu'une vie plus tranquille, soutenue d'un peu d'aïssance, lui permit de se livrer au goût qu'il avoit pour les Sciences, & qu'ayant tourné ses vues de ce côté pour l'éducation de son fils, il le mit au Collège de Lisieux.

Le jeune la Caille répondit parfaitement aux desirs de son père; mais il éprouva bientôt un cruel revers: il avoit à peine dix-huit ans lorsque ce père si bien intentionné mourut, & le laissa sans fortune, il ne demeura cependant pas sans ressource; la douceur de son caractère, son assiduité au travail, la régularité de ses mœurs, & les progrès rapides qu'il avoit faits dans ses études, lui avoient acquis l'estime & l'amitié de tous ses supérieurs; sur le compte qu'ils en rendirent à M. le Duc, ce Prince se fit un plaisir de cultiver de si heureuses dispositions, & se chargea de pourvoir à tous ses besoins. Les Princes ne sont jamais plus véritablement l'image de la Divinité, que lorsqu'ils mettent leur gloire à favoriser le mérite & à protéger la vertu.

M. l'abbé de la Caille continua donc ses études dans le même Collège, duquel il ne sortit pas même pour la Théologie, y ayant au Collège de Lisieux une Communauté particulière pour les jeunes Théologiens.

Ce fut alors qu'il commença à tourner ses vues du côté de l'Astronomie, la difficulté de s'instruire sans Maître, sans livres, sans instrumens, le secret qu'exigeoit cette espèce d'étude absolument étrangère à celles auxquelles le lieu qu'il habitoit étoit consacré, en un mot, tous les obstacles qu'il rencontra ne purent refroidir son ardeur ni lui faire abandonner son projet, & je puis assurer qu'en 1736, il étoit déjà prodigieusement avancé; car ayant su que je demeurois dans son voisinage, il me fit l'honneur de me venir demander mes conseils, je fus étonné de voir jusqu'où il avoit pu aller seul & sans secours; mais comme je devois incessamment partir pour un voyage de plusieurs mois, je ne pus que lui donner des conseils généraux, & je l'exhortai à s'adresser à feu M. Cassini.

Ce célèbre Astronome n'eut pas de peine à reconnoître les talens de M. l'abbé de la Caille, & pour être plus à portée de les cultiver, il le prit avec lui à l'Observatoire. Avec l'amour que le jeune homme avoit pour l'Astronomie & les secours qu'il trouva dans cette excellente école, il ne tarda pas à devenir un habile Astronome, & bientôt il fut en état de partager avec M. de Thuri le travail de la Méridienne qui, passant par l'Observatoire, traverse du nord au sud tout le Royaume. Il fut occupé de cet ouvrage pendant près de trois années; on ne sauroit croire combien son exactitude dans les opérations & son infatigable assiduité au travail y procurèrent d'avantages, nos Histoirs en ont fait mention, & il eût probablement continué de s'y livrer avec la même ardeur, si une circonstance trop honorable à sa mémoire pour être passée sous silence, ne l'en eût rappelé en 1738.

La Chaire de Mathématiques du Collège Mazarin se trouva vacante; M. l'abbé de la Caille étoit alors jeune & sans aucun titre qui pût suppléer à l'âge: il étoit absent quand la chaire vqua; & quand il auroit été à Paris, ceux qui l'ont connu

ne seront pas surpris lorsque j'avancerai qu'il ne l'auroit jamais demandée, mais sa réputation, déjà plus étendue qu'il ne pensoit, sollicita pour lui & lui fit déferer cette place, autrefois occupée par le célèbre M. Varignon, dont il se trouva en quelque sorte le successeur à l'âge de vingt-cinq ans.

Dès qu'il en fut revêtu, il tourna toutes ses vues vers cet objet, dont il connoissoit l'importance. Pour ménager, autant qu'il étoit possible, le temps destiné à l'instruction de ses élèves, il composa des Leçons élémentaires de Mathématique, dont il fit imprimer la première partie en 1741 & les autres successivement : ces Leçons sont extrêmement abrégées, elles supposent les explications de vive voix, qui en devoient être comme l'ame : on pourroit les regarder comme des espèces de cahiers imprimés, dont il seroit bien à souhaiter que l'usage s'introduisît dans toutes les Écoles, on y gagneroit un temps précieux, inutilement perdu à transcrire des leçons qu'on pourroit se procurer aisément par cette voie.

L'occupation que fournissoit à M. l'abbé de la Caille son nouveau ministère, ne lui avoit rien fait perdre de son goût pour l'Astronomie ; il s'étoit procuré au Collège Mazarin même un observatoire solide & commode, & il l'avoit garni d'excellens Instrumens : c'étoit-là qu'il se délassoit des travaux de sa place, par les observations les plus délicates & les plus assidues. Bientôt ces plaisirs devinrent des devoirs : l'Académie n'hésita pas à s'attacher un sujet qui promettoit un avenir si brillant ; & il y obtint le 3 Mai 1741 une place d'Adjoint-Astronome, de laquelle il passa peu d'années après à celle d'Associé.

Il ne tarda pas à faire voir combien il étoit digne du choix de l'Académie ; il donna dès la même année un Mémoire sur l'application du calcul des différences à la Trigonométrie sphérique. *Roger Cotes*, célèbre Géomètre anglois, avoit donné sur cette matière en 1716 un Ouvrage, intitulé *A summatio errorum in mixta Mathesi* ; mais ce Livre d'ailleurs assez rare, étoit très-difficile à entendre. M. l'abbé de la Caille tira de cet Ouvrage tout ce qui pouvoit avoir rapport à l'Astronomie ; il l'éclaircit, il en rendit les formules plus générales & il eut l'at

de les réduire aux simples analogies du calcul trigonométrique. Par ce moyen, si familier aux Astronomes, on peut, en faisant successivement varier les angles & les côtés, reconnoître sûrement ce qu'on peut avoir à craindre de chaque erreur possible.

Les étoiles, dont le mouvement est très-lent, servent pour ainsi dire aux Astronomes de points de reconnaissance, auxquels ils comparent les mouvemens des Planètes & des Comètes: rien n'est donc plus important que de fixer exactement la position de ces points & d'en augmenter le nombre, ou, ce qui est la même chose, d'en construire un Catalogue exact & complet: pour y parvenir, M. l'abbé de Caille imagina de partager toute l'étendue du ciel visible en bandes parallèles à l'Équateur, dont la largeur n'excède pas la largeur du champ d'une lunette de huit pieds. Il détermine avec tout le soin possible, par les règles ordinaires, la position de deux ou trois des plus belles étoiles comprises dans chaque bande. Cela fait, en fixant la lunette dans quelqueendroit, de manière qu'une des étoiles du milieu d'une bande parcoure un de ses fils, cette lunette devient un instrument suffisant pour déterminer la position de toutes les étoiles de cette bande, & il est évident qu'on ne peut, par ce moyen, omettre aucune des étoiles de cette bande, qui passent nécessairement toutes par l'ouverture de la lunette, & que la même opération, répétée autant de fois qu'il y a de bandes dans l'étendue du Ciel, donnera, sans aucuns autres instrumens qu'une lunette & une pendule, un Catalogue des étoiles visibles aussi exact & aussi complet qu'il soit possible de l'avoir. Nous verrons bientôt quel parti il a su tirer de cette méthode si simple & si facile.

Il possédoit en effet l'art précieux de simplifier les méthodes & de faciliter la solution des problèmes les plus difficiles. On a de lui un moyen si facile de déterminer la position de l'apogée du Soleil ou du point où il est le plus éloigné de la Terre, qu'on a lieu d'être étonné qu'il ne se soit pas présenté le premier. Il avoit remarqué que le grand axe de l'ellipse étoit la seule ligne passant par le foyer qui partage l'ellipse en deux également, & que les inégalités du mouvement de
la

la planète étoient de chaque côté les mêmes avec des signes contraires, d'où il suit que cette ligne est la seule qui détermine deux points, tels que la planète mette autant de temps à aller d'un de ces points à l'autre qu'elle en met à retourner de ce second au premier; il tire de-là un moyen extrêmement facile d'avoir la position de l'apogée, en examinant avec soin les deux points éloignés de six signes, entre lesquels le mouvement du Soleil a été précisément égal de part & d'autre, & il fait voir par des raisonnemens astronomiques & par des exemples, que ce moyen est susceptible dans la pratique d'une précision au moins égale à celle des méthodes qui avoient paru jusqu'alors.

Un autre Ouvrage de M. l'abbé de la Caille, aussi utile qu'aucun de ceux dont nous venons de parler, est le *Memoire*, ou, pour parler plus juste, le *Traité des Projections astronomiques*, qu'il donna à l'Académie en 1744. On sait depuis long-temps de quel usage sont dans l'Astronomie ces représentations régulières de la sphère sur un plan, qu'on nomme *projections*; on avoit à la vérité des règles sûres pour les former, mais ces règles changeoient suivant la différente position qu'on donnoit à l'œil; & lorsqu'on les vouloit appliquer aux éclipses de Soleil & des étoiles par la Lune, on étoit obligé de négliger plusieurs élémens, dont le calcul auroit rendu la méthode impraticable si on y avoit eu égard. M. l'abbé de la Caille rappelle toutes ces projections à une règle commune, susceptible de représenter tous les élémens avec la plus grande rigueur, & à laquelle le calcul s'applique avec une facilité merveilleuse. C'est gagner beaucoup en Astronomie que de diminuer la difficulté des calculs lorsqu'on ne peut en diminuer la quantité. Il applique ces mêmes règles, avec des exemples raisonnés, au calcul des éclipses de Soleil & de celles des Étoiles par la Lune, & enfin à la correction des Tables; tous objets importants sur lesquels influe considérablement la facilité de sa méthode.

On avoit depuis long-temps imaginé de calculer la route des Comètes, dans un orbe parabolique qui diffère effectivement très-peu de l'orbe elliptique très-à-longé, dans lequel

elles font réellement leur cours, du moins pour la petite partie de ce cours qu'il nous eût donné d'observer : ce calcul étoit infiniment plus simple, que si l'on eût pris la véritable figure de l'orbite; mais, malgré cette plus grande simplicité, il restoit encore bien des difficultés à vaincre; il donna, en 1746, une méthode si facile de calculer le cours d'une Comète, en supposant son orbite parabolique, qu'en employant un petit nombre d'observations & seulement six fausses positions, le calculateur le moins exercé, peut en moins d'une demi-heure en déterminer tous les élémens, & reconnoître si elle n'est pas une de celles qui ont été précédemment observées; il y indique les attentions nécessaires dans le choix des observations, pour assurer le succès de cette recherche; & pour ne rien laisser à désirer sur cette matière, il en donna l'année suivante un exemple très détaillé : donner à une méthode utile un degré de facilité considérable dont elle ne jouissoit pas, c'est souvent rendre un aussi grand service, que d'en inventer une nouvelle.

Tant d'ouvrages, & bien d'autres dont les bornes de cet Éloge ne nous permettent pas de faire mention, produits en si peu de temps, suffisoient certainement pour mettre la gloire de M. l'abbé de la Caille en sûreté; mais ce n'étoit pas la gloire qu'il cherchoit, c'étoit le progrès de l'Astronomie; l'envie d'y contribuer le porta à entreprendre un voyage au cap de Bonne-espérance, dans la vue d'y vérifier, par des observations concertées avec les Astronomes de l'Europe, plusieurs élémens importans, comme les parallaxes du Soleil, de la Lune & de quelques planètes, l'obliquité de l'Écliptique, &c. & de profiter de la situation de ce lieu placé à plus de 34 degrés de latitude méridionale, pour observer la position des étoiles du ciel austral, & compléter le catalogue auquel il travailloit depuis long-temps. Ce projet de voyage fut approuvé de l'Académie & adopté par le Ministère; & M. l'abbé de la Caille s'embarqua le 21 Novembre 1750, sur les Vaisseaux de la Compagnie des Indes, pour se rendre au cap de Bonne-espérance, muni de tous les instrumens nécessaires, des recommandations les plus pressantes & des ordres les plus

précis du gouvernement Hollandois. Quelqu'intéressant que puisse être le récit de son voyage, nous ne répéterons point ici ce que nos Histoires en ont publié dans le temps; mais ce que nous ne pouvons passer sous silence, c'est l'accueil qu'il reçut de M. l'ulbagh commandant du Cap, qui se fit un devoir de lui procurer tout ce qui pouvoit contribuer au succès de ses opérations, & les marques d'estime & d'amitié qu'il reçut de plusieurs autres Officiers & habitans qui s'empressèrent non-seulement de le favoriser, mais encore de le seconder dans l'occasion: l'Académie a cru, qu'au hasard même d'une redite, elle devoit leur renouveler ici le témoignage public de sa reconnoissance.

M. l'abbé de la Caille trouva au cap de Bonne-espérance, comme il l'avoit bien prévu, un climat dans lequel on jouit pendant des intervalles de temps très-considérables, d'une sérénité d'air capable d'inviter à observer, des Astronomes moins zélés que lui; mais il éprouva bientôt un inconvénient qu'on n'auroit pas aisément deviné, ce ciel si serain ne l'est, du moins quant aux observations, qu'en apparence, & dès que le vent de sud-est souffle, ce qui arrive pendant près de la moitié de l'année, les astres éprouvent une augmentation de diamètre & un sautellement qui, joints à l'incommodité causée par la violence du vent, ne permettent presque pas de déterminer leur position. L'adresse de M. l'abbé de la Caille, & pour tout dire aussi, l'habitude extrême d'observer, qu'il avoit acquise, lui donnèrent bientôt le moyen de surmonter cette difficulté, des lunettes plus courtes rendirent le sautellement moins sensible, & la manière de les mettre à l'abri du vent, acheva de faire disparaître un inconvénient qui auroit pu faire perdre à un Astronome moins intelligent, la plus grande partie du fruit de son voyage; il s'appliqua donc sans relâche à déterminer la position des étoiles du ciel austral, & on ne l'accusera certainement pas d'y avoir perdu son temps, quand on saura que, dans deux années de temps, il en avoit déterminé plus de neuf mille huit cents, dont il a déposé le catalogue dans la bibliothèque de l'Académie: richesse immense pour l'Astronomie, & qu

passé de bien loin tout ce qui avoit été fait sur cette matière; il s'en falloit bien que toutes ces étoiles fussent comprises dans le petit nombre de constellations australes qu'on connoissoit; M. l'abbé de la Caille étoit en droit de les rassembler sous des figures qui pussent être un monument de son voyage & de ses travaux, son extrême modestie ne lui permit pas d'user de ce droit; il avoit consacré son voyage à l'utilité des Sciences, il leur consacra de même les nouvelles constellations qui ne portent d'autres figures & d'autres noms que ceux des instrumens des Sciences & des Beaux-Arts; un oubli de lui-même si rare & si modeste, mérite bien d'avoir place dans cet éloge, & de former un monument à sa gloire. Jamais les hommes n'ont plus de droit d'y prétendre, que lorsqu'ils négligent de satisfaire eux-mêmes celle qui est due à leurs services.

Pendant ce même temps les observations nécessaires à déterminer les parallaxes, & dont les Astronomes d'Europe faisoient les correspondantes, n'étoient pas oubliées; mais M. l'abbé de la Caille voyant que tous les travaux qui avoient fait le principal objet de son voyage, n'avoient pas, grâce à son activité, rempli le temps qui devoit s'écouler jusqu'à l'arrivée du vaisseau sur lequel il comptoit repasser en Europe, il employa ce temps qui lui restoit, à un ouvrage qui seul auroit pu servir de motif à son voyage, ce fut à mesurer un Degré du méridien à la latitude du Cap; on en avoit mesuré sous l'Équateur, sous le Cercle polaire, en France & en plusieurs autres endroits de l'Europe; mais on n'avoit aucun Degré mesuré dans la partie australe du globe terrestre, & cette mesure est devenue d'autant plus importante, qu'elle semble indiquer que les parallèles de cette partie n'ont pas des rayons égaux à ceux des parallèles de latitude semblable du côté du nord: paradoxe bien singulier, mais qui mérite d'autant plus d'être éclairci, que le petit nombre de triangles qui ont été employés à cette mesure; l'exactitude de M. l'abbé de la Caille, & l'habitude qu'il avoit acquise de ces sortes d'opérations, ne permettent guère de soupçonner une erreur sensible dans ses déterminations; ce fut à une occupation si digne de lui, qu'il employa le temps qui s'écoula

depuis la fin de ses observations, jusqu'à l'arrivée du vaisseau.

Ce navire arriva effectivement, mais il apporta à M. l'abbé de la Caille, des ordres de passer dans les îles de France & de Bourbon, pour en déterminer la situation; il l'avoit, & son ignoroit encore en France, que la position de ces îles avoit été fixée avec la plus grande exactitude par les observations que M. d'Après y avoit faites; il n'hésita cependant pas un moment à obéir aux ordres qui lui avoient été adressés, montrant, par cet exemple, avec combien d'exactitude on doit exécuter ceux qu'on reçoit du Souverain qui souvent peuvent avoir des motifs secrets, très-différens de ceux qui paroissent, & qu'on ne doit jamais essayer de pénétrer; ce voyage retarda de plus de deux ans, le retour de M. l'abbé de la Caille, & nous ne le vîmes reparoître à nos Assemblées, qu'au mois de Juin 1754, rapportant de son expédition, non les dépouilles de l'Orient, mais, s'il m'est permis d'employer cette expression, celles du ciel Austral, avant lui presque inconnu aux Astronomes, & que la sincère & l'infatigable assiduité de ses observations venoient de soumettre aux loix de l'Astronomie.

Aussitôt après son retour, M. l'abbé de la Caille se hâta de rendre compte à l'Académie de son voyage, dont elle a publié la relation en 1751^{*}; mais comme il n'avoit, à proprement parler, qu'effleuré dans cette relation plusieurs des objets de ses recherches, il se réserva à les approfondir dans différens Mémoires qu'il lut par la suite.

De ce nombre sont ses observations sur les Nébuleuses australes qu'il distingue en trois espèces; la première qui contient celles qui ne sont composées que d'un amas de lumière diffuse, blanche & semblable à une Comète faible, sans queue; la seconde composée d'étoiles assez voisines pour être confondues ensemble à la vue simple, mais qui paroissent séparées, dès qu'elles sont vues à la lunette; la troisième enfin qui contient des étoiles véritables, mais entourées de cette nébulosité qui constitue seule la première espèce.

Ses recherches sur les réfractions Astronomiques, ne sont ni moins ingénieuses, ni moins intéressantes; il avoit remarqué

^a 17^{ve}. *Ann.*
1751, p. 48;
et 1752, p. 17.
310 & 325.

pendant son séjour au Cap, que plusieurs étoiles qui paroient proche de son zénith, ne s'élevoient à Paris que de peu de degres, & que d'autres au contraire très-voisines du zénith à Paris, paroissent au Cap très-proches de l'horizon; il est certain qu'en faisant abstraction de la réfraction, les hauteurs des mêmes étoiles observées dans les deux endroits, devoient n'avoir d'autre différence de hauteur que celle de la latitude, & que celle qui s'y trouvoit de plus, étoit égale à la somme de la réfraction au Cap & à Paris: il ne s'agissoit donc plus que de partager cette somme pour avoir la réfraction absolue à la hauteur où l'étoile avoit été observée dans chaque endroit; M. l'abbé de la Caille enseigne dans son Mémoire à faire ce partage; il avoit trouvé de plus que les différentes densités de l'air faisoient varier sensiblement la réfraction, c'en fut assez pour l'engager à construire une table de réfractions, composée de deux parties; la première exprime la réfraction moyenne, due à chaque degré, & la seconde indique pour chaque ligne de la variation du baromètre, & pour chaque degré du thermomètre, ce qu'on doit ajouter ou retrancher à la réfraction moyenne, pour avoir la véritable; il finit ce Mémoire par examiner sur ce principe toutes les tables de réfraction déjà connues, dont il fait une espèce de critique: jamais peut-être n'avoit-on porté l'exactitude si loin sur cette matière.

La comparaison de ses observations pour les parallaxes du Soleil, de la Lune, de Mars & de Vénus avec celles qu'avoient faites, de concert avec lui, les Astronomes de l'Europe, & dont il a rendu compte dans plusieurs Mémoires, est un modèle achevé des discussions astronomiques de cette espèce: on ne croiroit qu'à peine qu'on pût atteindre à une si grande précision ni évaluer avec autant d'art les petites erreurs dont les Observations ont pu être susceptibles & que la finesse de ses recherches lui fait comme deviner; & pour laisser aux Astronomes le moyen d'en tirer toute l'utilité possible, il a donné tout au long les calculs sur lesquels ses déterminations sont fondées: il en résulte qu'en prenant un milieu entre toutes, la parallaxe horizontale du Soleil est de $9'' \frac{1}{2}$, celle de la Lune,

dans les moyennes distances, de $56' 56''$; celle de Mars, en opposition, de $26''$; & celle de Vénus de $38''$. Ces déterminations si importantes pour l'Astronomie, sont un des fruits du Voyage de M. l'abbé de Caille.

Un autre fruit du même voyage, dont l'utilité est encore plus immédiate, est l'Ouvrage qu'il a donné sur la manière de trouver les Longitudes en mer, par le moyen de la Lune: le mouvement de cette Planète est si prompt que deux Observateurs, placés sous des méridiens différens, ne la voient pas au même point du ciel, la Lune ayant avancé depuis son passage par le méridien du premier endroit, jusqu'à ce qu'elle fût arrivée au second; mais quoique cette différence fût sensible, elle n'est pas néanmoins fort grande; elle n'est guère en nombres ronds que de 2 minutes par degré de longitude, quantité dont la plus grande partie pourroit être absorbée, tant par les erreurs qu'on commettrait en observant le lieu de la Lune, que par celles des Tables. M. l'abbé de la Caille, qui, pendant toute la traversée, avoit employé cette méthode, & presque toujours avec succès, donna à son retour un Mémoire sur ce sujet, dans lequel il examine les différentes manières d'observer en mer le lieu de la Lune, ou, pour parler plus juste, de le déduire des observations, & le degré de précision dont chacune de ces méthodes est susceptible; il y ajoute même en faveur de ceux auxquels la Trigonométrie sphérique ne seroit pas familière, une manière de déduire, par une opération graphique, le lieu de la Lune des observations, sans avoir à craindre d'erreur considérable, & il résulte de tout cet ouvrage, qu'avec le degré de perfection auquel a été portée, de nos jours, la théorie de la Lune, un Observateur exercé à ce genre d'opération, peut obtenir la Longitude en mer à vingt-cinq ou trente lieues marines près, avantage très-grand pour la Navigation, & qui peut augmenter encore à mesure que les méthodes se perfectionneront.

Au milieu de toutes ces occupations, M. l'abbé de la Caille n'avoit pas perdu de vue ses recherches sur la théorie du Soleil; il savoit que cette théorie étoit d'autant plus importante, que,

les lieux apparens des planètes sont toujours affectés de l'inégalité qu'y apporte le mouvement de la Terre ; il avoit donné avant son départ deux Memoires sur ce sujet, il fit enfin paroître en 1757, un Ouvrage intitulé, *Astronomæ fundamenta*. Ce Livre, fruit de plus de dix années d'observations & de calculs, a pour but de déterminer avec la plus grande précision les lieux du Soleil & la position des plus belles étoiles du ciel, & principalement de celles qui, étant plus voisines de l'écliptique, sont par cela même plus propres à y rapporter le mouvemens des corps celestes : il y donne toutes les Tables nécessaires pour dépouiller les mouvemens des Astres de toutes les inégalités qui leur sont étrangères, il y rapporte ses observations du Soleil & des principales étoiles, toujours comparées à la claire de la Lyre & à *Sirius* ; & les précautions qu'il a prises pour en assurer l'exactitude, il les avoit poussées jusqu'au point de ne conclure presque jamais les passages par le méridien que de douze ou quatorze hauteurs correspondantes, prises devant & après ce passage, travail capable seul d'effrayer ceux qui n'ont jamais éprouvé ce que l'amour des Sciences peut faire entreprendre. Ce sont ces observations si délicates qui servent de fondement à la détermination des élémens de la théorie du Soleil ; & il termine cet Ouvrage par les observations de la distance du Soleil au zénith, faites au cap de Bonne-espérance & à l'île de France, & par une Table de cent cinquante ascensions droites du Soleil, déduites de ses observations.

Cet Ouvrage ne précéda que d'un an la publication de ses Tables du Soleil ; il en avoit posé, pour ainsi dire, les fondemens dans l'Ouvrage précédent : il emploie dans celui-ci ces élémens avec la plus grande attention ; car il y pousse le calcul jusqu'aux dixiemes de secondes, exactitude qui, jusqu'alors, avoit été inutile, à cause de l'imperfection des Tables, & qui ne cesse de l'être que par la précision de celles-ci. Il en a extrêmement facilité le calcul, en multipliant les époques & les Tables des moyens mouvemens, & en construisant les Tables d'équation de 10 minutes en 10 minutes ; il y a joint

joint des Tables de tous les petits dérangemens que les actions de Jupiter, de Vénus & de la Lune peuvent produire dans le mouvement du Soleil; enfin, il y a augmenté de trois chiffres les logarithmes de la distance du Soleil à la Terre. Cet Ouvrage, fait avec tant de soin & de travail, mérite d'autant plus d'éloges, qu'il devient pour l'avenir une base certaine de tous les calculs, & un témoignage authentique de ce que l'Astronomie doit aux travaux de M. l'abbé de la Caille & à ceux de l'Académie.

La célèbre Comète de 1759 étoit un phénomène trop intéressant pour que M. l'abbé de la Caille pût négliger de l'observer; il l'observa en effet avec son exactitude ordinaire, & donna à l'Académie non-seulement ses observations, mais encore les élémens de la théorie de cette Comète qui en résul-toient : il observa de même les deux qui parurent en 1760, dont il détermina aussi l'orbite & les élémens; mais il ajouta à la théorie de celle qui parut au mois de Janvier 1760, un morceau trop intéressant pour être passé sous silence. La vitesse apparente de cette Comète avoit été si grande que le 8 Janvier, jour auquel elle fut aperçue, elle parcourut en 24 heures environ 40 degrés; à l'occasion de cette prodigieuse vitesse, qui avoit persuadé à beaucoup de personnes que la Comète avoit passé bien plus près de la Terre que la Lune, il fit voir dans son premier Mémoire qu'une Comète rétrograde pouvoit encore avoir un mouvement apparent plus rapide, en supposant seulement qu'elle passât à peu-près à la distance de la Lune à la Terre; qu'il étoit possible, en ce cas, qu'elle parût aller aussi vite dans le ciel qu'un homme qui iroit à très-grand pas sur le Pont-neuf paroîtroit aller à un spectateur placé sur le Pont-royal, espèce de paradoxe astronomique, que les démonstrations de M. l'abbé de la Caille prouvent cependant avec la plus grande certitude.

On n'imagineroit pas aisément qu'avec la multitude d'Ouvrages sortis de sa plume, il trouvât encore le moyen de travailler à ceux des autres, c'est cependant ce qu'il a fait plusieurs fois. Le P. Feuillée avoit été envoyé en 1724 aux Canaries,

Hist. 1762.

D d

pour déterminer plus précisément la position du premier méridien à l'égard de celui de Paris, & il avoit déposé à l'Académie la relation de son voyage, qui étoit un assez gros in-folio; mais ce Père n'avoit corrigé ses observations que d'après les élémens connus de son temps. M. l'abbé de la Caille en a refait tous les calculs d'après les élémens connus aujourd'hui; il a supprimé tout ce qui n'intéressoit ni la Géographie ni l'Astronomie, & a donné tout l'essentiel de ce voyage en un seul Mémoire, auquel il a joint une Carte de ces îles.

L'Académie possédoit encore un trésor de cette espèce dans les Journaux du voyage de M. de Chazelles dans le Levant, où il avoit été envoyé par ordre du Roi. Comme il étoit mort sans avoir pu mettre en ordre tous ses papiers, ils étoient demeurés en quelque sorte inutiles: M. l'abbé de la Caille entreprit de les débrouiller; il en fit un extrait fidèle, auquel il joignit la notice de quelques autres Ouvrages du même Académicien, que l'Académie avoit en manuscrit: cet extrait & cette notice sont imprimés dans ce Volume.

Ce même Volume contiendra encore l'histoire d'un pareil travail de M. l'abbé de la Caille: M. le Duc de Laval trouva à Cassel le Recueil manuscrit des Observations de Guillaume, Landgrave de Hesse; le zèle qu'il avoit pour l'avancement des Sciences l'engagea à remettre ce précieux dépôt à l'Académie: ce fut encore un surcroît d'occupations pour M. l'abbé de la Caille, qui les examina toutes & en donna la notice la plus détaillée. La notice d'un Ouvrage de cette espèce est presque aussi utile que l'Ouvrage même, quand il est dans un dépôt où l'on peut le consulter à toute heure.

Nous avons dit dans l'Éloge de M. Bouguer, que son Traité d'Optique sur la gradation de la lumière n'avoit été donné à l'impression que très-peu de jours avant sa mort, M. l'abbé de la Caille, qui avoit toujours été uni avec lui des liens de l'estime & de l'amitié, prit de cet Ouvrage, demeuré posthume, le soin le plus assidu, & c'est à ce soin que le Public en doit la publication: il a encore depuis donné une seconde édition abrégée du Traité de Navigation du même auteur, dans laquelle

il avoit rangé les Tables de sinus & de logarithmes dans une forme si commode, que le public Mathématicien a désiré de les avoir séparées & qu'on en a tiré beaucoup d'exemplaires à part. Il avoit offert de seconder M. de l'Isle dans le travail du Dépôt de la Marine, & cela dans la seule vue d'être utile & sans demander aucune récompense : ce zèle si désintéressé lui attira de M. de Machault alors Ministre de la Marine, la lettre la plus flatteuse & la plus honorable.

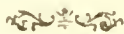
Tous ces travaux ne prenoient rien sur son activité dès que le bien de l'Astronomie ou celui de l'Académie exigeoient qu'il quittât ce Cabinet, dans lequel il étoit si utilement occupé. Lorsque l'Académie jugea à propos en 1756, * de faire mesurer la base de M. Picard, il fut un de ceux qui prirent le plus de part à cette laborieuse opération : les observations n'étoient jamais interrompues ; & indépendamment de celles qu'il communiquoit régulièrement tous les ans à l'Académie, il en faisoit encore d'autres relatives à son Catalogue d'étoiles : il dormoit à peine trois ou quatre heures dans de certaines nuits ; il a avoué à ses amis qu'une nuit du dernier hiver il avoit été trois heures de suite couché sur le dos pour observer des Étoiles proche du zénith, & qu'il s'aperçut seulement en se relevant qu'il avoit été saisi par le froid.

* Voy. *Hist.*
1756, p. 15.
103.

A la fin son tempérament, quoique robuste, succomba sous tant de fatigues ; il fut attaqué le vendredi 15 Mars dernier d'une fièvre maligne, de laquelle il mourut le 21, après avoir donné toutes les marques de la piété sincère & solide qui avoit toute sa vie servi de règle à sa conduite.

Il étoit d'une taille au-dessus de la médiocre, sérieux & froid avec ceux qu'il ne connoissoit pas, mais se laissant aller avec ses amis à une gaieté douce & tranquille, qui peignoit toute la sérénité de son ame : ami de la vérité presque jusqu'à l'imprudence, il oisoit la dire en face, même au hasard de déplaire, quoique sans aucun dessein de choquer. On peut bien juger qu'avec ce caractère il étoit incapable d'aucun subterfuge ; il étoit extrêmement égal & modéré dans toute sa conduite & du désintéressement le plus parfait : il n'a jamais sollicité aucune

grâce ni fait un pas vers la fortune, il falloit, pour ainsi dire, qu'elle vint elle-même le chercher; aussi n'a-t-il pas eu souvent lieu de se louer de ses faveurs; mais son extrême modestie & la modération de ses desirs lui tenoient lieu d'opulence, & il est peut-être plus aisé d'être heureux en retranchant les desirs inutiles qu'en travaillant à se mettre en état de les satisfaire. Son esprit étoit de la plus grande netteté, on auroit dit, lorsqu'il parloit, que les idées les plus abstraites venoient se ranger elles-mêmes dans son discours suivant l'ordre le plus methodique. Le même ordre & la même clarté se trouvent dans ses Écrits; il y joignoit la pureté du style, mais sans aucun ornement, & on n'y remarque aucune pensée brillante & recherchée; ce n'est pas qu'il n'eût été à portée d'y en répandre, il avoit une connoissance assez étendue des Belles-Lettres, & la fidélité de sa mémoire étoit telle, qu'il n'avoit presque rien oublié de ce qu'il avoit lu ou entendu, mais il ne profitoit pas de cet avantage pour orner ses Ouvrages: content d'exposer nettement ses pensées, il songeoit rarement à les embellir. Jamais homme ne fut plus fidele ni plus exact à tous ses devoirs; deux violens accès de goutte qu'il eut en 1760 ne purent l'empêcher de faire ses leçons au Collège Mazarin: personne n'étoit plus assidu que lui à nos Assemblées, ni plus exact à s'acquitter de tous les devoirs qu'impose la qualité d'Académicien. Il étoit Diacre, & la même piété qui l'avoit appelé à l'état ecclésiastique, l'avoit empêché de recevoir l'ordre de Prêtrise dès qu'il s'étoit vu lié à des fonctions qui auroient pu faire obstacle à celles qu'auroit exigé de lui ce ministère. En un mot, on peut dire qu'il a vécu aussi rempli de vertus que de savoir, & qu'il ne lui a manqué aucune des qualités qui caractérisent le parfait honnête homme, le digne Ecclesiastique, le grand Astronome & l'excellent Académicien.





E L O G E

D E M. H A L E S.

ÉTIENNE HALES, Docteur en Théologie, Aumônier de S. A. R. Madame la Princesse de Galles, & Membre des Académies Royales des Sciences de France & d'Angleterre, naquit dans le comté de Kent le 7 Septembre 1677, de Thomas Hales & de Marie Wood; sa famille étoit une des plus anciennes & des plus respectables du Comté, & son aïeul le Chevalier Hales de Beckerfburne avoit été créé Baronet, titre le plus honorable que puisse porter un Gentilhomme Anglois qui n'est pas Pair du Royaume.

Il fit ses premières études dans la maison paternelle; elles n'avoient alors probablement pour but que le Ministère ecclésiastique, auquel on le destinoit & dans lequel il entra effectivement dans la suite; rien n'avoit encore donné lieu de reconnoître les talens qu'il avoit reçus de la Nature, ou si quelque chose avoit pu les faire soupçonner, ce n'avoit été que son assiduité à l'étude, & la justesse de son esprit, espèce de maturité précoce qui annonce presque toujours les talens supérieurs long-temps même avant qu'ils commencent à se développer.

Ses premières études étant finies, il fut envoyé à Cambridge à l'âge de dix-neuf ans, & inscrit pensionnaire au Collège de Christ. Ce fut là qu'il prit ses degrés & que son inclination pour l'étude des Mathématiques & de la Physique commença à se déclarer; il s'y livra avec tant d'ardeur, que sans autre secours que son travail, il étoit parvenu à entendre assez bien le système de Copernic pour le représenter dans une espèce de planisphère, où les planètes étoient placées dans leur ordre naturel & faisoient leurs révolutions proportionnellement aux temps périodiques de leurs révolutions réelles, machine alors

peu connue & qui s'est depuis extrêmement multipliée sous le nom d'*Orréri*, qu'elle a tiré du Comte de ce nom, ce Seigneur en ayant fait construire par M. Graham une des premières, & qui a servi de modèle à toutes celles qui ont été depuis faites en Angleterre; nous disons en Angleterre, car il est certain que les planisphères mouvans de M. Rocmer la
 * *V. anc. Hist.*
 1680, p. 317. Quoiqu'il en soit, il est bien certain que M. Hales n'en avoit alors aucune connoissance; & que si nous ne pouvons lui attribuer entièrement la gloire de l'invention, on ne peut au moins lui en refuser le mérite.

Dans le même Collège de Christ, se trouvoit alors M. Stackley, aujourd'hui Docteur en Medecine, Membre du Collège des Medecins de Londres & de la Societe Royale: la conformité de goût & de talent eut bientôt lié les deux jeunes gens d'une étroite amitié, & leurs plaisirs devinrent communs; ils parcouroient tous les environs de Cambridge, pour y observer les plantes, les fossiles & les insectes; leur guide, dans ces voyages, étoit le Livre de la Description des plantes qui naissent aux environs de Cambridge, par le célèbre M. Pay: ce guide, incapable de les égarer, quant à leur objet, les conduisoit souvent à de mauvais gîtes; mais l'envie de s'instruire les faisoit passer sur ces delagrémens; souvent ils ne trouvoient pour se délasser que de mauvaise biere aigre, M. Hales la rendoit sur le champ potable, au grand étonnement de ses hôtes, en y faisant insuler de l'absynthe ou quelqu'autre plante amère: la connoissance des plantes commençoit déjà à le dédommager des peines qu'il prenoit pour l'acquérir.

A l'étude de la Botanique se joignit celle de la Chimie, & nos deux associés, non contents des leçons ordinaires de leur Professeur, répétoient en leur particulier plusieurs expériences de Boyle, & assistoient avec la plus grande assiduité aux Opérations chimiques qui se faisoient au college de la Trinité, dans un Laboratoire qui avoit servi à l'illustre Newton, & dans lequel même les Manuscrits de ce grand homme sur la Chimie avoient été brûlés par un fatal accident; à voir

l'aideur avec laquelle M. Hales se livroit à ce travail , on eût dit qu'il se sentoît en état de réparer un jour cette perte.

L'Anatomie est une partie si essentielle de la Physique, qu'on peut bien juger qu'elle n'étoit pas négligée par les deux jeunes Physiciens. M. Hales y avoit fait des progrès si rapides, que peu content des moyens qu'on emploie ordinairement pour rendre sensibles les vésicules du poumon, il imagina une nouvelle espèce d'injection, qui lui parut devoir faire un bien meilleur effet; il adapta à la lumière d'un canon de mousquet, l'orifice de la trachée-artère d'un poumon frais, & ayant mis le canon sur un brasier, il souffla pendant plusieurs heures dans ce poumon un air chaud & sec, qui en dessécha toutes les membranes & les vésicules, en les tenant toujours dans l'état de distension; alors il y coula du plomb ou de l'étain fondu médiocrement chaud, car on sait que ces métaux peuvent être rendus fluides par un degré de chaleur incapable de brûler même du linge; le tout étant refroidi, il détruisit toutes les membranes par une longue macération, & il lui resta un bel arbre anatomique, qui, non-seulement représentoit exactement la figure de l'intérieur du poumon, mais qui permettoit encore de mesurer sa capacité totale & celle de ses différentes cavités. Une idée si ingénieuse, & de laquelle les Ruysch & les Winslow se seroient fait honneur, fut le fruit des réflexions d'un Élève en Anatomie. Quelles espérances ne donnoit-il pas déjà de ce qu'il devoit être un jour!

A voir les progrès étonnans que M. Hales avoit faits dans presque toutes les parties de la Physique, on seroit tenté de se persuader qu'il avoit employé tout son temps à cette étude, on se tromperoit cependant; l'application qu'il y avoit donnée n'avoit rien pris sur celle qu'il devoit à l'objet principal qui l'avoit amené à Cambridge, & il y avoit fait de tels progrès que ceux qui avoient la direction du Collège craignant qu'un tel sujet ne leur échappât, l'aggrégèrent à leur corps avant l'âge de vingt cinq ans, & quoiqu'il n'y eût point alors de place vacante; il prit successivement tous ses degrés, & peu de temps après fut nommé au doyenné d'Ély, tant sa réputation de

fixant Ecclesiastique étoit déjà établie; la plupart des hommes ne réussirent qu'avec peine à se rendre habiles dans une seule science, M. Hales suivoit déjà, grâce à l'étendue de son génie, les embrasser presque toutes avec un égal succès.

Aussitôt qu'il se fut mis en état d'exercer le ministère ecclésiastique, il fut nommé à la Cure de Riddington dans le comté de Middelsex, ensuite à celle de Parlok dans celui de Sommerfet, & fut enfin Recteur de Sarrington dans le Hampshire, & par-tout s'acquitta de ses devoirs avec une capacité peu commune; mais nous ne le suivrons pas plus loin dans cet état étranger aux occupations de l'Académie, & nous allons le considérer sous le point de vue le plus intéressant pour nous, c'est-à-dire comme un des plus grands Physiciens de son siècle.

La Société Royale l'avoit admis dès 1718 au nombre de ses Membres, il commença dès l'année suivante à y lire quelques-unes de ses expériences sur les effets de la chaleur du Soleil pour faire monter la sève dans les arbres; cette célèbre Compagnie, frappée de l'utilité de ses recherches, l'exhorta à les continuer, il en lut effectivement la suite quelque temps après, & y ayant mis la dernière main, il les publia en 1727, sous le titre de *Statique des végétaux & Analyse de l'air*; il dédia cet Ouvrage au Roi George II, alors prince de Galles.

Jamais livre ne fut mieux reçu du Public, & jamais peut-être livre ne mérita mieux ce favorable accueil; les expériences qu'il y rapporte sont absolument neuves, & on y reconnoît par-tout ce génie créateur qui peut seul ouvrir la route aux grandes découvertes. Ceux qui pensent qu'un livre de Physique doit contenir des systèmes sur les différentes questions qu'on y traite, peuvent s'épargner la peine de lire celui de M. Hales, ils n'y trouveront que des expériences qui, bien loin d'établir des hypothèses, renversent absolument presque toutes celles qu'on avoit faites jusque-là sur le mouvement de la sève dans les arbres, elles le conduisent souvent à des phénomènes surprenans; croiroit-on, par exemple, que la force avec laquelle un rameau de vigne tire la sève dans le temps que la vigne

pleure,

pleure, fût égale à la pression d'une colonne d'eau de 36 pieds de hauteur, c'est cependant ce dont M. Hales s'est assuré en maillant des tuyaux de cristal au bout des branches de vigne coupées dans cette saison, & en voyant jusqu'à quelle hauteur la sève sortant du rameau s'y élevoit.

Des expériences semblables, mais faites hors de la saison des pleurs de la vigne & sur un grand nombre de plantes, lui avoient appris la force & la quantité de la transpiration des plantes qu'il avoit eu l'adresse de retenir & de rendre sensibles; le jeu de la sève dans les arbres, & même l'existence des vaisseaux de communication qui lui permettent de passer latéralement d'un côté à l'autre, y sont mis sous les yeux avec une adresse inconcevable, il y évalue l'effet de la chaleur du soleil sur les différentes parties des arbres, & celui de la chaleur de la terre dont il détermine le degré jusqu'à la profondeur à laquelle les racines atteignent communément; il fait voir l'usage des feuilles jusque-là très-peu connu, & qui sont selon lui les organes par lesquels les plantes exhalent pendant le jour la liqueur qu'elles tirent de la terre & repompent au contraire pendant la nuit celle qui se trouve dans l'air, espèce de mouvement alternatif qui tient lieu aux plantes de la circulation du sang qui existe dans le corps animal : nous ne finirions point si nous voulions seulement parcourir toutes les expériences que M. Hales rapporte dans cette première partie de son ouvrage, & les résultats singuliers qu'il en tire; mais ce que nous ne pouvons passer sous silence, c'est la prudente & modeste retenue avec laquelle il se contente presque par-tout d'énoncer les faits sans se permettre de hasarder aucunes conjectures que lorsqu'un calcul exact les a changées en démonstrations : il est fâcheux pour l'avancement de la Physique qu'un semblable exemple n'ait pas encore assez perdu le mérite de la singularité. La seconde partie de cet Ouvrage n'est pas moins intéressante, & mérite bien le titre qu'il lui donne de *l'Analyse de l'air*; il est singulier qu'il ait pu trouver autant de neuf dans une matière sur laquelle on a, sur-tout depuis un siècle, fait les recherches les plus suivies & les découvertes les plus intéressantes.

Tous ceux qui avoient jusqu'alors examiné la nature de l'air, ne l'avoient considéré que comme un fluide pesant, transparent & élastique; on ne s'étoit point encore avisé de penser que ce même air pouvoit exister & exister réellement dans une infinité de corps sous une forme toute différente, M. Hales fait voir que toutes les substances végétales, minérales ou animales en contiennent plus ou moins, & il a l'adresse d'en déterminer la quantité qui dans certains cas est inconcevable; on ne s'imagineroit pas, par exemple, qu'un demi ponce cubique de bois de chêne pût rendre une quantité d'air qui égalât deux cents seize fois son volume, & moins encore que cet air y fût, pour ainsi dire, corporifié & devenu une partie de la masse du bois, du poids de laquelle il faisoit environ le tiers; on ne croira qu'à peine que le calcul humain ou la pierre de la vessie soit composée pour plus de la moitié d'air fixé qui, lorsqu'il a repris son élasticité, occupe six cents quarante-cinq fois plus de volume que la pierre qui le contenoit : l'examen de cette quantité d'air contenu dans les corps où on le soupçonnoit le moins, sert encore à rendre raison de certains phénomènes dont on ne connoissoit pas trop la cause comme de la détonation du nitre & de celle de la poudre & de l'or fulminant; M. Hales la trouve dans la grande quantité d'air contenu dans le nitre, dans le tartre & dans l'eau régale, & dans la promptitude avec laquelle cet air s'en dégage & reprend son élasticité; on ne sauroit croire combien l'examen de la quantité d'air contenue dans les différentes substances, lui fournit de remarques curieuses, ni quel jour il jette non-seulement sur cette partie de la Physique, mais encore sur une infinité de points singuliers de l'économie animale & végétale. On peut mettre en ce rang ses observations sur la respiration des animaux & ses délicates expériences sur la quantité d'air qu'elle détruit ou qu'elle prive de son élasticité, sur celle qui est pareillement détruite par l'action de la flamme & par les vapeurs de différentes matières, & sur les moyens de prévenir ou de retarder cette destruction qui met l'air hors d'état de servir à la respiration; il en tire des moyens très-simples de se

procurer l'entrée & le séjour de quelques momens souvent très-précieux dans des endroits que la destruction de l'air élastique rendroit impraticables : il n'examine pas avec une moindre attention les qualités de l'air que différens moyens remettent dans son état d'élasticité ; en un mot on peut dire que cette matière n'avoit encore été traitée ni avec la même étendue ni avec la même précision, & qu'un Physicien même éclairé qui n'auroit jamais eu de connoissance de ce que contient cet ouvrage, seroit obligé de convenir après l'avoir lu, qu'il ignoroit presque entièrement la nature de l'air ; la première édition que M. Hales donna en 1727, fut enlevée si rapidement, qu'il en parut une seconde en 1731, & on ne peut savoir trop de gré à M. de Buffon d'avoir comme naturalisé en France par la traduction qu'il en a donnée, un Ouvrage si utile & qu'on peut regarder comme le germe d'une infinité de découvertes. La Société Royale en fut si satisfaite, qu'en la même année que parut la première édition de cet Ouvrage, elle mit M. Hales au nombre des Membres de son Conseil, c'est-à-dire, des Académiciens choisis qui sont chargés de la direction & des affaires de cette illustre Compagnie.

Il étoit bien difficile que le succès des expériences sur le mouvement de la sève dans les végétaux, ne fît naître l'envie à M. Hales d'examiner celui du sang dans le corps animal, déjà beaucoup mieux connu que le premier ; il n'y put résister, & il publia en 1733 par ordre de la Société Royale, le recueil de ses expériences & des conclusions qu'il en avoit tirées, sous le titre d'*Hæmæstatique* ou de *Statique du sang*. *

ἥμα, sang.

C'est en effet une mesure & une mesure exacte de la force avec laquelle le cœur chasse & pousse le sang dans le corps animal ; des tuyaux transparens, adaptés à différentes artères & à divers animaux vivans, lui faisoient voir par la hauteur à laquelle le sang s'y devoit, la force avec laquelle il étoit poussé par le cœur de l'animal dans les différentes circonstances que M. Hales savoit faire naître, soit en affoiblissant l'animal par la soustraction de mesures connues de son sang, soit par mille autres moyens qu'il seroit trop long de décrire ici : l'effet

de ces changemens, tant sur l'élevation du sang dans le tube que sur la vitesse & la fréquence de la pulsation & sur la manière dont toute la machine animale en étoit affectée, étoit soigneusement observé : ces observations lui fournissent une grande quantité de remarques utiles & curieuses. Il en résulte, par exemple, que les profondes inspirations & la contraction fréquente des poumons augmentent la vitesse du sang, & qu'on fait très-sagement une chose très-naturelle, lorsque l'ennui ou un long repos nous excite à bâiller, puisqu'on augmente nécessairement par-là le mouvement du sang engourdi : il en résulte encore que la trop grande perte du sang, qui sembleroit devoir ralentir le mouvement des artères, le précipite au contraire sensiblement, ce qui, dans bien des circonstances, peut être très-utilement employé. Il s'est assuré, en substituant de l'eau chauffée au même degré que le sang d'un animal vivant, à celui qu'il lui tiroit, que ce n'est pas seulement comme fluide qu'il entretient la circulation, mais comme fluide composé d'une certaine manière; l'eau ayant toujours causé aux animaux, dans les veines desquels on l'introduisoit, beaucoup de mal-être & assez promptement la mort : toutes observations importantes & qui peuvent servir de guide dans une infinité d'occasions.

Ses remarques sur les injections sont encore un objet absolument nouveau : le but que les Anatomistes se proposent dans cette espèce de préparation, est de remettre les vaisseaux dans l'état où ils étoient pendant la vie de l'animal & de les y conserver, en les emplissant d'une matière qui d'abord y coule aisément & se fige ensuite dans leur cavité ; mais comme ces vaisseaux sont extensibles, il est évident que si la matière de l'injection est poussée plus ou moins fort que le sang ne l'étoit par le cœur, le vaisseau qui la recevra sera plus ou moins distendu que dans l'animal vivant, & qu'on aura une fautive mesure de sa capacité. Pour remédier à cet inconvénient, M. Hales n'emploie, pour obliger l'injection à s'insinuer dans les vaisseaux, que le poids d'une colonne de liqueur, qu'il rend égal à celui de la colonne de sang que soutenoit

l'action du cœur dans l'animal vivant, & que les expériences dont nous avons déjà parlé lui avoient fait connoître. Par ce moyen, il étoit parvenu à connoître avec précision la capacité des différens tuyaux qui donnent passage au sang; il avoit mesuré leurs diamètres & s'étoit assuré, par un calcul exact des différentes vitesses de ce fluide dans les différentes parties où il passé. Il avoit éprouvé le degré de facilité que plusieurs liqueurs avoient à les pénétrer, qui lui étoit donné par le plus ou moins de hauteur de la colonne dont il falloit les charger, & il avoit observé ce surprenant phénomène, que l'eau ne passoit que peu ou point du tout des artères dans les veines, quoique le sang y passé librement, & que certaines parties qui refusent absolument le passage à l'eau, admettent cependant de la bière moussieuse bien plus épaisse qu'elle. Il avoit mesuré quelle pouvoit être la résistance des viscères & des principaux vaisseaux du corps animal, en examinant quelle hauteur de fluide étoit nécessaire dans le tube qu'il y adaptoit pour les faire crever, & il avoit trouvé que cette résistance excédoit de beaucoup les efforts auxquels ils pouvoient être exposés: il avoit examiné l'effet que les différentes liqueurs spiritueuses, acides, astringentes, émollientes, &c. pouvoient produire sur les viscères ou les vaisseaux d'un animal fraîchement tué. Ce Traité est terminé par des expériences sur la nature du calcul humain, auxquelles il joint des recherches sur les moyens de le dissoudre par l'injection de différentes liqueurs dans la vessie, & il propose de la faire, à l'aide d'une sonde creuse ou algalie double, qui permettant à l'injection de sortir dans le temps qu'on en introduit de nouvelle, y occasionne un courant qui ne peut qu'être très-salutaire dans bien des occasions. Il y ajoute enfin la description d'un instrument propre à tirer sans incision les petites pierres & les graviers qui, après avoir franchi le col de la vessie, se pourroient trouver engagés dans le canal de l'urètre.

Cet Ouvrage, quoique moins étendu que celui de la Statique des végétaux, est, comme ce dernier, rempli d'idées neuves & heureuses, & peut mener à tant de découvertes, qu'on ne

peut qu'être charmé que M. de Sauvages, de la Société royale des Sciences de Montpellier, l'ait mis à portée d'être connu du Public françois, par la traduction qu'il en a donnée & par les notes curieuses qu'il y a jointes.

La gloire que M. Hales s'étoit si justement acquise en publiant coup sur coup les deux Ouvrages dont nous venons de parler, lui attira une distinction bien honorable de la part de l'Université d'Oxford; elle lui envoya, sur sa seule réputation & sans qu'il les eut demandées, des Lettres de Docteur, présent d'autant plus flatteur, qu'elle n'accorde presque jamais ce titre qu'à ceux qu'elle a, pour ainsi dire, élevés dans son sein, mais cette Université célèbre crut pouvoir se relâcher de son usage en faveur d'un homme qui le méritoit si bien & qui étoit capable de donner à ce titre plus de lustre qu'il n'en recevoit lui-même.

Les expériences de M. Hales lui avoient montré l'effet que les liqueurs spiritueuses pouvoient produire sur le sang & sur les viscères lorsqu'elles étoient prises intérieurement: son amour pour l'humanité ne lui permit pas de laisser cette connoissance oisive, il publia en 1734 une Dissertation contre l'usage des liqueurs fortes, sous le titre d'*Avis amical aux buveurs d'eau-de-vie*; il y fait voir les funestes effets des liqueurs qui ne sont toutes que de l'eau-de-vie plus ou moins déguisée, & les peint assez vivement pour ôter l'envie d'en user à ceux qui voudroient réfléchir, mais les hommes n'écoutent pas toujours le langage de la raison, & l'Ecrit de M. Hales n'a guère eu d'autre usage que celui de faire paroître son bon cœur & son amour pour ses concitoyens.

Le même amour du bien public qui l'avoit engagé à publier la Dissertation dont nous venons de parler, l'engagea à tourner ses vues vers un objet encore plus important; ce fut l'examen de la nature de l'eau de la mer & la recherche des moyens de la rendre potable, & de conserver les grains, les viandes & les différens approvisionnemens d'un vaisseau dans les voyages de long cours: ces expériences & plusieurs instructions utiles aux Voyageurs, formèrent un Ouvrage qu'il publia en 1739, & qu'il dedia aux Lords de l'Amirauté:

Citoyen même au milieu de ses plus profondes recherches & n'estimant presque de la qualité de grand Physicien que le moyen d'être utile aux hommes.

Cette même année fut marquée par un nouveau triomphe : nous avons dit dans l'Éloge de M. Sloane qu'il avoit engagé le Chevalier Copley à fonder un Prix destiné à celui qui auroit présenté pendant l'année, à la Société Royale, les meilleures expériences; cette Compagnie crut en 1739 devoir l'adjuger à M. Hales pour celles qu'il lui avoit communiquées, tant sur la manière de dissoudre la pierre de la vessie, que sur celle de conserver la viande dans les voyages de long cours : ce succès l'engagea à examiner le remède pour dissoudre la pierre, proposé un an après par M.^{lle} Stéphans, & à publier l'exposé de ses expériences & de ses observations sur ce sujet, dans lequel il fait voir la puissance & l'utilité de ce remède.

Trois années après, car les dates de ses Ouvrages se sont toujours rapidement suivies, il publia la description du Ventilateur, instrument par le moyen duquel on peut à son gré renouveler facilement & promptement l'air dans tous les endroits où l'on peut avoir besoin d'en introduire de nouveau.

On a connu de tout temps que l'air chargé de certaines vapeurs ou trop renfermé devenoit comme inutile à la respiration & capable de causer à ceux qui s'y trouvoient exposés des accidens, qu'on ne pouvoit faire cesser qu'en les mettant à portée de respirer un air plus pur. Les expériences de M. Hales l'avoient extrêmement éclairé sur cette matière, elles lui avoient appris la quantité d'air que la transpiration ou la respiration d'un certain nombre de personnes enfermées dans un même endroit pouvoit détruire, & l'effet que pouvoient faire des quantités données de différentes matières sur celui qui se trouvoit dans les endroits où elles étoient enfermées, & un calcul exact lui avoit fait connoître le risque qu'on couroit en respirant long-temps un air altéré de cette manière, & de combien de maladies cette altération pouvoit être la cause.

Mais comment faire respirer un air pur & nouveau à ceux qui travaillent dans les mines? comment en procurer aux

malades qui remplissent les salles des hôpitaux & dont la transpiration, plus dangereuse que celle des hommes sains, altère encore plus la pureté de l'air? comment en faire avoir aux prisonniers qui, à la honte de l'humanité, sont souvent plutôt entassés qu'enfermés dans des lieux beaucoup trop étroits, & à ceux qui, dans les voyages de long cours, sont obligés d'habiter les entre-ponts d'un vaisseau chargé de mille matières propres à corrompre la pureté de l'air? Malgré la difficulté de ce problème, l'envie d'être utile aux hommes engagea M. Hales à y travailler; & il en eut bientôt trouvé une solution aussi simple que facile. Une caisse de bois léger, de figure parallélépipédale un peu aplatie, est partagée intérieurement par une planche mince mobile sur des charnières arrêtées au milieu d'une des extrémités de la caisse; cette planche, qu'il nomme *diaphragme*, ne peut s'approcher du fond supérieur ou inférieur de la caisse sans chasser une partie de l'air contenu entre le diaphragme & le fond, & sans l'obliger à sortir par une large soupape destinée à cet usage, tandis que l'autre moitié de la caisse, devenue plus grande par le mouvement du diaphragme, aspire l'air extérieur par une autre soupape pratiquée pour le recevoir; les deux soupapes aspirantes sont placées de manière qu'elles peuvent être comprises dans une boîte qui répond à un tuyau, & une semblable boîte reçoit l'air qui est chassé de la cavité du ventilateur; on peut donc tirer quand on voudra, l'air contenu dans un endroit ou y en envoyer de nouveau, selon qu'on y conduira l'un ou l'autre des deux tuyaux; & comme on n'a pas besoin, comme dans les soufflets, de forcer l'air à passer rapidement par une petite ouverture, la force nécessaire pour faire jouer la machine devient si peu considérable, qu'on y peut employer les personnes les moins vigoureuses. C'est cette ingénieuse machine qu'il emploie à tous les usages dont nous venons de parler, & dont il donne dans son Ouvrage la description la plus détaillée; cette description est suivie d'un examen rigoureux & d'un calcul exact des effets de la machine; il en résulte qu'elle est plus que suffisante pour remplir tous les objets qu'il s'étoit proposés.

L'expérience

L'expérience a vérifié le calcul & a fait voir que malgré le peu de temps que cette machine emploie à renouveler une masse d'air, même assez considérable, elle ne cause aucun vent ni aucune incommodité; les expériences qui ont été faites sur les vaisseaux, ont si bien réussi que M. Hales n'hésite pas à la nommer le *poumon du vaisseau*, du moins est-il sûr qu'elle soulage beaucoup ceux de l'Équipage, & cette machine si utile a encore l'avantage de pouvoir être construite par-tout & à très-peu de frais: c'est suivre exactement le plan de la Nature que d'opérer les plus grands & les plus utiles effets par les moyens les plus simples.

Non-seulement le ventilateur est propre à renouveler l'air destiné à la respiration, mais il peut être encore employé à bien d'autres usages; on peut, par exemple, s'en servir pour faire passer de l'air sec & chaud d'un lieu dans un autre, & par ce moyen si simple sécher de grandes quantités de poudre à canon, sans courir le moindre risque du feu, risque qu'il est presque impossible d'éviter par la méthode ordinaire. On peut s'en servir pour entretenir toujours dans un air sec les grains & les autres provisions d'un Vaisseau. Nous ne disons rien ici de son usage dans les greniers à blé, parce que nous en avons déjà rendu compte dans l'Histoire de l'Académie, en parlant des ingénieuses applications que M. du Hamel en a fait à cet important objet; en un mot on peut regarder le ventilateur comme un moyen certain de se procurer un grand nombre d'avantages, & comme un véritable présent que M. Hales a fait à la société. Cet Ouvrage a depuis été traduit en françois par M. de Mours, Docteur en Médecine, connu par beaucoup d'ouvrages de Physique qu'il a publiés, & sur-tout par sa belle traduction des Transactions philosophiques.

Le Livre dont nous venons de rendre compte, a été le dernier que M. Hales ait publié séparément; il étoit pour lors âgé de soixante-six ans, & il ne se permit plus de travailler à des ouvrages de longue haleine, il s'en dédommageoit par un grand nombre de pièces intéressantes qu'il communiquoit à la Société Royale, & qu'elle a publiées dans ses Transactions.

Hist. 1762.

F f

Nous en rapporterons seulement ici quelques-unes dont nous essaierons de donner une légère idée.

De ce nombre sont ses observations sur l'eau de goudron, dont le Docteur Berkley venoit d'apporter l'usage en Europe, en exaltant beaucoup les vertus de cette préparation. M. Hales étoit trop bon Physicien pour être enthousiaste en Médecine, il examina, il analysa, il accorda au remède sa juste valeur, il indiqua les circonstances dans lesquelles il pouvoit être utilement employé, & celles où il seroit au moins inutile & peut-être nuisible : cette dissertation fut lûe à la Société Royale en 1745 ; il donna la même année un moyen d'empêcher le progrès des incendies, en couvrant d'une couche de terre un peu humide les édifices pour lesquels on pourroit craindre l'action des flammes, & ce moyen, porté à Constantinople, a préservé du feu un des plus beaux édifices de cette Capitale de l'empire Ottoman.

Deux ans auparavant, il avoit donné une Dissertation sur la manière de porter dans le ventre des hydropiques, telles injections qu'on voudroit pendant l'opération de la paracenthèse ou ponction. Il avoit osé dire qu'une femme hydropique avoit été guérie par une injection de vin rouge & d'eau minérale aluminieuse, que son Chirurgien s'étoit avisé de lui faire dans l'abdomen, après avoir tiré les eaux de l'hydropisie ; c'en fut assez pour l'engager à perfectionner cette méthode, qu'il rend extrêmement facile en introduisant dans le ventre deux troiscars au lieu d'un ; par ce moyen si simple, on peut injecter la liqueur par une canule à mesure que les eaux sortent par l'autre, & on évite même par-là l'inconvénient de la détallance, qui suit ordinairement l'évacuation trop subite de l'abdomen.

Les merveilles de l'Électricité ne pouvoient pas être indifférentes à un Physicien tel que M. Hales, il en fit aussi l'objet de ses recherches & de ses expériences, & lut à la Société Royale une Dissertation sur ce sujet, dans laquelle il remarque que les aiguilles électriques tirées d'une barre de fer, d'une pièce de cuivre & d'un œil posé sur cette dernière, avoient des nuances de couleur sensiblement différentes, d'où il conclut

que les corps qui fournissent ces aigrettes fournissent aussi au feu électrique quelque peu de leur propre substance, qui occasionne cette différence de couleur, nouveau phénomène dans une matière qui en avoit déjà offert de si singuliers, & peut-être aussi nouveau pas, vers son explication.

Les tremblemens de terre qui, depuis quelques années, ont ébranlé presque toutes les parties de notre globe, engagèrent M. Hales à faire quelques recherches sur la cause de ces terribles phénomènes, & il crut l'entrevoir dans une des expériences qu'il avoit rapportées dans son Analyse de l'air; il avoit remarqué que de l'air très-transparent, quoique chargé de certaines vapeurs, perdoit cette transparence dès qu'on introduisoit dans le vaisseau où il étoit, une médiocre quantité d'air pur, qu'il se troubloit, qu'il s'y excitoit une fermentation assez vive pendant laquelle il se détruisoit beaucoup d'air; en supposant sous la terre de grandes cavités remplies d'air chargé de ces vapeurs, il ne faut qu'une fente qui y communique pour mettre en fermentation cet air & une partie de celui de notre atmosphère & pour y causer de terribles mouvemens, de-là les secousses, les ouragans & tous les phénomènes qui accompagnent ou qui précèdent ordinairement les tremblemens de terre. Il communiqua cette idée à la Société Royale dans un Mémoire qu'il y lut à ce sujet en 1750.

On a encore de lui des Recherches pour l'examen d'un moyen qui avoit été proposé pour conserver l'eau douce & le poisson non salé, par le moyen de l'eau de chaux, moyen que M. Hales trouva insuffisant. Si on doit aux Physiciens de la reconnaissance pour les pratiques utiles, qui sont le fruit de leurs travaux, on ne leur en doit peut-être pas moins pour celles qui feroient au moins inutiles & qu'ils empêchent de s'introduire.

Mais la Dissertation, peut-être la plus singulière qu'il ait donnée, est celle dans laquelle il enseigne à faire passer de l'air frais à travers les liqueurs qu'on distille, & à augmenter par ce moyen presque du double le produit de la distillation. Pour y parvenir, il place au fond de l'alambic une boule d'étain percée de petits trous comme la pomme d'un arrosoir;

cette boule, au moyen d'un tuyau qui sort de l'embic, répond à un soufflet double, par l'action duquel on introduit dans la liqueur un courant d'air qui facilite singulièrement son élévation en vapeurs; il applique ensuite cette méthode à la distillation de l'eau de la mer pour la rendre potable, & fait voir qu'avec un boisseau de charbon, on peut en dix heures de temps obtenir une quantité d'eau potable de deux cents quarante pintes, avantage bien considérable dans de certaines circonstances: il examine ensuite le choix des matières proposées pour mêler, avant la distillation, avec l'eau de la mer, afin de retenir le bitume & les autres matières étrangères qui pourroient s'élever avec elle; enfin il ne néglige rien de tout ce qui peut augmenter l'utilité de cette découverte; mais ce qui doit le plus tourner à sa gloire, c'est l'ingénuité avec laquelle il déclare que ce qui lui a donné la première idée de cette ingénieuse pratique, est le moyen à peu près semblable, qu'un Charpentier de vaisseau employoit pour enlever en très-peu de temps la mauvaise odeur de l'eau contenue dans les puits de quelques Vaisseaux & de celle qui s'étoit gâtée dans les futailles. M. Hales s'étoit même servi de cette méthode pour enlever à du lait le mauvais goût qui lui venoit des herbes que les vaches avoient pu manger; sur quoi il observe que si la boisson & les alimens peuvent porter leurs mauvaises qualités jusque dans le lait, il est bien à craindre que l'usage de ces alimens & des eaux de mauvaise qualité ne puisse causer des maladies cruelles à ceux qui en usent, & finit par cette utile remarque, qu'en employant le moyen dont nous venons de parler, on pourroit fournir de nouvel air au poisson qu'on transporte dans des tonneaux, & n'être pas obligé de lui donner si souvent de nouvelle eau, ce qui dans bien des occasions peut en faciliter prodigieusement le transport.

Cet Ouvrage, & bien d'autres dont les bornes de cet Éloge ne nous permettent pas de faire mention, occupèrent les dernières années de M. Hales. Son extrême sobriété & le genre de vie qu'il meroit lui avoient toujours conservé la vigueur de l'esprit & celle du corps, mais il fallut céder au

poids des années, & il mourut le 4 Janvier 1761, âgé de près de quatre-vingt-quatre ans : il fut enterré, comme il l'avoit demandé, dans son église de Riddington, qu'il avoit fait rebâtir lui-même peu d'années avant sa mort ; mais S. A. R. Madame la Princesse de Galles a voulu qu'au moins son nom & ses vertus pussent décorer la célèbre abbaye de Westminster, destinée de tout temps à la sépulture des Rois, des Princes & des plus illustres personnages d'Angleterre ; & elle lui a fait élever dans cette église, un monument orné d'une épitaphe où elles sont détaillées ; trait également à la gloire de la Princesse & à celle de M. Hales. Si le mérite gagne à être honoré de l'estime & de la faveur des Princes, ceux-ci ne gagnent peut-être pas moins à lui accorder cet honneur.

Cette Princesse n'avoit pas attendu la mort de M. Hales pour lui donner des marques de son estime & de ses bontés ; il avoit l'honneur d'en être connu & d'être même à son service depuis long-temps ; le feu prince de Galles en faisoit tant de cas, que souvent il sortoit de son palais, seul & sans suite, pour aller le surprendre dans ce cabinet où il étoit sans cesse occupé aux plus curieuses & aux plus utiles recherches ; il oublioit son rang & sa grandeur pour être à portée de puiser dans ces conversations familières une infinité de connoissances qu'il eût peut-être eu peine à obtenir sans cette espèce d'abdication de son état. A la mort de ce Prince, & lorsqu'on fit la maison de la Princesse, M. Hales fut nommé son Aumônier ; il n'avoit pas demandé cette place, & pour assurer le succès de l'affaire on l'avoit conduite à son insçu, aussi ne put-il s'empêcher de faire paroître son étonnement lorsqu'il en reçut la nouvelle ; c'étoit en effet le fond de son caractère que la modestie, cet homme connu & admiré de tous les Physiciens de l'Europe, recevoit comme une grâce les justes éloges qu'on lui prodiguoit ; le même motif le rendoit content de son état qu'il trouvoit toujours au-dessus de ce qu'il croyoit mériter, & il étoit si éloigné de se servir de son crédit pour se procurer des établissemens avantageux que ses amis ayant obtenu du Roi de le nommer à un Canoniat de Windsor, il employa

tout le pouvoir qu'il avoit auprès de la princesse de Galles pour l'engager à faire révoquer cette nomination.

Il n'étoit pas plus ambitieux pour les titres littéraires, content de les mériter il n'en recherchoit aucun, & lorsqu'en 1753 il fut nommé Associé-Étranger de cette Académie; sa seule réputation y sollicita pour lui: il est aisé de voir combien un homme d'un si grand mérite, orné d'une si rare modestie, devoit être aimable dans le commerce de la vie; on disoit aussi que son caractère tenoit beaucoup de celui du célèbre Boyle qui avoit été à la fois l'un des plus grands Physiciens de l'Europe & l'un des plus aimables hommes d'Angleterre dans le siècle dernier.

Il lui ressembloit encore plus par son envie sincère d'être utile, il n'a presque jamais rien donné à la simple curiosité, & la seule gloire qu'il paroît avoir eue en vue, si néanmoins il en ambitionnoit quelqueune, étoit celle de citoyen & d'ami de l'humanité; on ne sauroit croire jusqu'où alloit sa douceur, nous avons dit que sa statique du sang n'avoit pas à beaucoup près été portée aussi loin que celle des végétaux, une lettre qu'il écrivit à M. du Hamel nous en a découvert la raison; l'espèce de tourment qu'il étoit obligé de faire souffrir aux animaux qu'il employoit à ses expériences, prenoit tant sur son cœur vraiment humain, qu'il n'y put résister & qu'il les abandonna: on est communément bien éloigné d'être dur pour les hommes, quand on est si sensible aux douleurs & aux souffrances des animaux.

M. Hales avoit été marié, il avoit épousé Marie Newce fille du Docteur de ce nom, Recteur de Halisham dans le comté de Suffex, avec laquelle il a toujours vécu dans la plus parfaite union.

Sa place d'Associé-Étranger a été remplie par M. Euler Directeur perpétuel de l'Académie Royale des Sciences de Prusse, de l'Académie Impériale de Pétersbourg & Membre de la Société Royale de Londres, déjà surnuméraire dans la même classe.





ÉLOGE

DE M. BRADLEY.

JACQUES BRADLEY, Astronome de S. M. Britannique, Docteur en Théologie dans l'Université d'Oxford, Professeur Savilien d'Astronomie, Lecteur d'Astronomie & de Physique au *Museum* de la même Université, Astronome & Garde de l'Observatoire Royal de Greenwich, Membre des Académies Royales des Sciences de France, d'Angleterre, de Prusse, de Pétersbourg & de l'Institut de Bologne, naquit à Shireborn dans le comté de Gloucester en 1692, de Guillaume & de Jeanne Bradley dont il fut le troisième fils.

Il fit ses premières études à Nortleach sous la conduite de M.^{rs} Egles & Brice qui s'empresèrent de seconder les heureuses dispositions qu'ils eurent bientôt remarquées dans leur Élève ; le cours de ses humanités étant fini, il fut envoyé à Oxford, célèbre Université d'Angleterre, & ce fut-là qu'il commença à s'ouvrir l'entrée des hautes Sciences dans lesquelles il fit depuis de si rapides progrès, & qu'il prit ses premiers degrés.

M. Bradley avoit été destiné par sa famille au Ministère ecclésiastique : peut-être avoit il cru lui-même y être appelé ; quoi qu'il en soit, il se livra de bonne foi aux études nécessaires à cet état, & il ne fut pas long-temps sans en recueillir le fruit ; si-tôt qu'il put être en état de desservir une Cure, l'évêque d'Hereford qui avoit conçu pour lui une sincère estime, le nomma à celle de Bridstow, & peu après il fut pourvu du bénéfice simple de Welfri dans le comté de Pembrok ; mais malgré un début si favorable & qui sembloit lui permettre d'aspirer aux plus hautes dignités de l'état qu'il avoit embrassé ; il l'abandonna bientôt pour se livrer à l'inclination qu'il commençoit à ressentir pour les Mathématiques en général, & sur-tout pour l'Astronomie ; la voix de la Nature est impérieuse, & elle renverse souvent d'un seul mot tous les

arrangemens dans lesquels elle n'a pas été suffisamment consultée.

M. Bradley étoit neveu de M. Pound célèbre dans la République des Lettres par plusieurs excellentes observations, & qui auroit pu en publier encore un bien plus grand nombre, si les Journaux de ses voyages n'avoient péri dans l'incendie de Pulo-Condor : incendie qui accompagna le massacre général que les habitans de cette île firent de tous les Anglois établis parmi eux, & dans lequel M. Pound lui-même courut le plus grand risque d'être enveloppé ; c'étoit avec ce Parent que M. Bradley passoit tous les momens que son ministère lui laissoit libres, & peut être aussi quelques-uns qu'il y déroboit sans trop s'en apercevoir ; il avoit dès-lors acquis assez de connoissance des Sciences mathématiques, pour être à portée de profiter de sa conversation ; nous disons qu'il avoit acquis, car on ignore que quelqu'un lui eût facilité l'entrée de ces Sciences, & il n'avoit probablement eu d'autre maître que son génie ni d'autre secours que son application.

On imaginera aisément que l'exemple & les discours de M. Pound ne rendoient pas à M. Bradley le poids de son ministère plus léger ; il l'exerçoit cependant avec toute l'assiduité possible, mais il lui échappoit souvent des regards vers le Ciel, & il commençoit dès-lors à jeter par ses observations les fondemens des belles découvertes qui l'ont mis au rang des plus grands Astronomes de ce siècle.

Quoique ces observations ne se fissent, pour ainsi dire, qu'à la dérobée, le nom de M. Bradley devint assez célèbre pour parvenir aux oreilles de ce que l'Angleterre avoit alors de plus illustre ; elles lui valurent l'estime & l'amitié du Lord Macclesfield grand Chancelier d'Angleterre, de M. Newton, de M. Halley & de plusieurs autres des plus illustres Membres de la Société Royale. Ce fut par le rapport de témoins si capables d'en bien juger, que les talens & les progrès de M. Bradley furent connus de cette célèbre Compagnie, & qu'elle prit la résolution de se l'associer.

A peu près dans le même temps arriva la mort du célèbre Jean Keill qui remplissoit avec distinction la chaire fondée
par

par le chevalier Savil dans l'Université d'Oxford; on auroit eu peut-être bien de la peine à trouver un sujet aussi propre à la bien remplir que M. Bradley, tant pour la capacité, que pour son amour pour l'Astronomie; il est difficile de parler froidement de l'objet de son inclination, & nul n'est plus propre à enseigner une science, que celui qui l'aime véritablement: aussi tous les suffrages se réunirent - ils en sa faveur, & il fut pourvu de cette chaire le 31 Octobre 1721, se trouvant par cette nomination à l'âge de vingt-neuf ans collègue du célèbre Halley qui occupoit dans la même Université la chaire de Géométrie fondée par le même chevalier Savil.

Des que M. Bradley eut été pourvu de cette chaire, il renonça à la Cure de Bridflow & même à son bénéfice simple; son cœur vraiment droit souffroit depuis long-temps de se voir partagé entre ses devoirs & son inclination, & il saisit avec empressement l'occasion de se délivrer de cette contrainte.

Libre alors de se livrer tout entier à son goût pour l'Astronomie, rien n'interrompit plus le cours de ses observations, & dès 1727 il fut en état d'en faire recueillir le fruit aux Astronomes par la théorie de l'Aberration des Étoiles qu'il publia: théorie digne d'être mise au rang des plus belles, des plus utiles & des plus ingénieuses découvertes de l'Astronomie moderne.

On s'étoit aperçu depuis long-temps que la position des étoiles éprouvoit de certaines variations qui ne répondoient en aucune manière au mouvement apparent d'un degré en soixantedouze ans que leur donne la précession des Équinoxes. Feu M. l'abbé Picard avoit remarqué ces variations dans l'Étoile polaire dès l'année 1671, mais il n'avoit tenté ni de les réduire à une règle constante, ni d'en assigner la cause; les observations extrêmement multipliées de M. Bradley lui offrirent non-seulement les variations observées par M. Picard, mais encore beaucoup d'autres qu'on n'auroit pas même soupçonnées. Il trouva des étoiles qui paroissoient avoir, dans l'espace d'un an, un espèce de balancement en longitude sans changer en aucune manière de latitude, d'autres qui varioient en latitude sans changer de longitude, & d'autres enfin, & c'étoit le plus grand nombre,

Hist. 1762.

G g

qui paroïssent decrire dans le Ciel pendant l'espace d'une année, une petite ellipse plus ou moins allongée.

La période d'une année qu'affectoient tous ces mouvemens si differens les uns des autres, faisoit bien voir que le mouvement de la Terre y entroit pour beaucoup, mais l'embaras étoit de déterminer de quelle manière il y pouvoit influer: les premières tentatives que fit M. Bradley pour y parvenir, furent même inutiles; mais enfin ses efforts réitérés firent disparoitre la difficulté, & lui firent trouver la cause de ces bizarreries apparentes dans le mouvement successif de la lumière combiné avec celui de la Terre autour du Soleil.

On avoit cru pendant long-temps que la vitesse de la lumière étoit physiquement infinie. Feu M. Roëmer, de cette Académie, osa le premier avancer qu'elle ne l'étoit pas, & même de déterminer le temps qu'elle mettoit à traverser les soixante-six millions de lieues qui forment le diamètre de l'orbe annuel: cet exact & industrieux Observateur avoit remarqué que les émersions du premier satellite de Jupiter tarديوient à mesure que Jupiter s'éloignoit de l'opposition, & que ce retardement alloit, dans les éclipses les plus proches de la conjonction, jusqu'à 11 minutes: il pensa que ces 11 minutes n'étoient que le temps que le premier rayon du satellite sortant de l'ombre mettoit à parcourir la distance qui se trouvoit entre les deux positions de la Terre proche de l'opposition & proche de la conjonction, & que par conséquent la vitesse de la lumière étoit non-seulement finie, mais même mesurable.

Quelque naturelle que fut cette explication, elle parut alors trop hardie, & ce n'a été que long-temps après la mort de M. Roëmer qu'elle a été adoptée, & que les Physiciens sont unanimement demeurés d'accord que le mouvement de la lumière étoit successif: ce fut de ce mouvement successif que M. Bradley tira l'explication des variations irregulieres qu'il avoit observées dans les étoiles, & auxquelles il donna le nom d'*Aberration des fixes*. Nous allons essayer de donner une idee de son explication.

Qu'on imagine des files de petits corps allant par des direc-

tions parallèles entr'elles, comme, par exemple, une pluie sans aucun vent. & tombant perpendiculairement à l'horizon; qu'on expose à cette pluie, un tuyau droit immobile & placé dans la même situation verticale; il est évident que la goutte d'eau qui entre par son orifice supérieur, sortira par l'orifice inférieur, sans avoir en aucune façon touché les parois intérieures du tuyau.

Mais si on fait mouvoir le tuyau parallèlement à lui même, quoique sa situation reste toujours parallèle à la direction des gouttes de pluie, il arrivera nécessairement que le mouvement du tuyau leur fera rencontrer l'une de ses parois d'autant plus tôt, que le mouvement des gouttes sera plus lent relativement à celui du tuyau; & il est aisé de démontrer que si l'un & l'autre mouvement étoit égal, la goutte de pluie qui tomberoit au centre de l'ouverture supérieure du tuyau rencontreroit la paroi intérieure, après avoir seulement parcouru une longueur égale au demi-diamètre du tuyau, & que sa direction seroit par conséquent, avec l'axe de ce tuyau, un angle de 45 degrés; d'où il suit que si on vouloit que les gouttes d'eau ne le touchassent point malgré son mouvement, il faudroit l'incliner de 45 degrés dans le sens de ce mouvement; & que s'il se faisoit dans la circonférence d'un cercle, le tuyau décriroit autour de la ligne verticale qui passeroit par le centre de sa base, un cône dont l'angle seroit de 90 degrés.

Ce que nous venons de dire a dû faire voir que le changement d'inclinaison qu'il faut faire subir au tuyau pour que, malgré son mouvement, les gouttes de pluie ne touchent point les parois intérieures, dépend absolument de la proportion qu'il y aura entre la vitesse de ce mouvement & celle des gouttes de pluie, & que plus cette dernière sera grande relativement à l'autre, moins il faudra incliner le tuyau, en sorte que si elle devenoit infinie à son égard, il n'y auroit plus aucun changement à faire, puisque la goutte seroit aussitôt arrivée en bas qu'entrée par le haut, & que le tuyau n'auroit pu avancer pendant ce temps que d'une quantité infiniment petite.

En appliquant cette théorie à l'aberration des étoiles, il ne

sera pas difficile de reconnoître que les files de gouttes de pluie font les rayons venans des étoiles; que le tuyau que nous avons supposé d'abord en repos & ensuite en mouvement, est celui de la lunette de l'instrument qui sert à déterminer la position des étoiles, & qui est toujours emporté par le mouvement de la Terre autour du Soleil, & qu'enfin la vitesse du mouvement de la lumière ayant un rapport fini avec celle du mouvement de la Terre, le tuyau doit changer d'inclinaison à mesure que ce mouvement change de direction, d'où il suit que chaque étoile doit avoir une suite de positions différentes, ou, ce qui revient au même, un mouvement apparent dans le ciel qui lui fasse décrire dans l'espace d'un an, selon sa position, des ellipses plus ou moins allongées.

Telle est la belle théorie de l'aberration que M. Bradley publia en 1727, & qui fut reçue de tout le monde savant avec les justes applaudissemens qu'elle méritoit: M. Clairaut, de cette Académie, en fit depuis le sujet d'un excellent Mémoire, imprimé en 1737, dans lequel il examine à fond la théorie de l'aberration & donne les règles nécessaires pour l'appliquer à la pratique. Il résulte de son calcul, que la vitesse que les aberrations observées des étoiles obligent de donner à la lumière, est absolument la même que celle que lui avoit attribuée l'ingénieuse explication que M. Roëmer avoit donnée du retardement des éclipses du premier satellite de Jupiter: nouvelle preuve de l'hypothèse si elle avoit eu besoin d'être prouvée.

Trois ans après cette époque si glorieuse à M. Bradley, la place de Lecteur en Astronomie & en Physique au *Muséum* d'Oxford étant venue à vaquer, elle lui fut donnée: personne n'étoit certainement plus en état que lui de remplir cette double fonction.

Plus l'Astronomie procuroit d'honneurs & d'avantages à M. Bradley, plus son amour pour cette science & son assiduité à observer le Ciel redoubloient: ces observations multipliées lui découvrirent bientôt que l'inclinaison de l'axe de la Terre sur le plan de l'écliptique n'étoit pas constante, mais qu'elle éprouvoit un balancement de quelques secondes, dont la période étoit de neuf années: cette période sembloit se

refuser à toutes les explications; quelle apparence en effet d'en pouvoir donner de satisfaisantes, & qu'avoit de commun une période de neuf années avec le mouvement de la Terre qui se fait en un an? Les recherches & les efforts redoublés de M. Bradley lui firent cependant trouver la cause de ce phénomène, & ce fut dans la théorie de l'attraction Newtonienne.

On sait que le premier principe de cette théorie, est que tous les corps s'entraînent mutuellement en raison directe de leur masse & en raison renversée du carré de leurs distances. C'est de cette attraction combinée avec le mouvement en ligne droite, que M. Newton déduit la figure des orbites des Planètes, & spécialement celle de l'orbite de la Terre: si cette orbite étoit un cercle & si le globe terrestre étoit exactement sphérique, l'attraction du Soleil n'agiroit que pour le retenir dans son orbite, & nullement pour déranger la position de son axe; mais ni l'une ni l'autre de ces suppositions n'est vraie, la Terre est sensiblement renflée vers l'Équateur, & son orbite est une ellipse au foyer de laquelle le Soleil est placé. Quand la position de la Terre est telle, que le plan de son équateur passe par le centre du Soleil, cet astre n'a d'action que pour attirer le globe à lui, mais toujours parallèlement à lui-même & sans déranger la position de son axe, & c'est ce qui arrive dans les deux équinoxes. A mesure que la Terre s'éloigne de ces deux points, le Soleil sort aussi du plan de l'Équateur & s'approche de l'un ou de l'autre tropique; alors les demi-diamètres de la Terre exposés au Soleil n'étant plus tous égaux, l'Équateur est plus puissamment attiré que le reste du globe, ce qui change un peu sa position & son inclinaison sur le plan de l'écliptique; & comme la partie de l'orbite comprise entre l'équinoxe d'automne & celui du printemps, est plus petite que celle qui se trouve entre ce dernier & celui d'automne, il en résulte que le dérangement causé par le Soleil pendant qu'il parcourt les signes boréaux, n'est pas entièrement compensé par celui qu'il occasionne en parcourant les signes méridionaux, & que le parallélisme de l'axe terrestre & son inclinaison avec l'écliptique demeurent un peu altérés; mais jusque-là on

n'aperçoit rien qui pût avoir rapport aux neuf années de la période. Nous allons bientôt voir ce qui la produit.

Ce que le Soleil opère sur la Terre par son attraction, la Lune l'opère aussi de son côté, & l'opère avec d'autant plus d'effet, qu'elle s'éloigne plus de l'Équateur; or, dans le temps où les nœuds concourent avec les points équinoxiaux, la plus grande latitude s'ajoute à la plus grande obliquité de l'écliptique; c'est donc le temps de la plus grande action pour déranger la position de l'axe terrestre; & la révolution des nœuds de la Lune étant de dix-huit ans, il est clair que dans cet espace de temps les nœuds se trouveront deux fois dans les points équinoxiaux, & que par conséquent deux fois dans une période de dix-huit ans, c'est-à-dire tous les neuf ans, l'axe de la Terre sera le plus dérangé qu'il puisse être, ou, ce qui revient au même, qu'il aura un balancement dont la période sera de neuf années, comme l'avoit observé M. Bradley: c'est ce balancement qu'il nomma *nutaton de l'axe terrestre*. Il en fit part au Public en 1727, se trouvant avoir donné en moins de dix ans deux des plus belles découvertes de l'Astronomie moderne, & qui seront à jamais une époque mémorable dans l'histoire de cette science.

M. Bradley avoit toujours joui de l'estime & de l'amitié de M. Halley; celui-ci, accablé par le poids des années & de ses travaux, crut ne pouvoir rendre désormais de plus grand service à l'Astronomie, qu'en travaillant à procurer à M. Bradley la place d'Observateur & Garde de l'Observatoire Royal de Greenwich, que lui-même remplissoit si dignement & depuis si long-temps. Dans cette vue, il écrivit plusieurs lettres, qui ont été trouvées dans les papiers de M. Bradley, pour le prier de trouver bon qu'il en demandât pour lui la survivance, offrant même de donner sa démission, s'il étoit nécessaire; mais les desirs de M. Halley ne furent pas remplis, du moins de son vivant, & sa mort en prévint l'accomplissement: M. Bradley obtint depuis cette place par la protection & le crédit de Mylord Macclesfield, depuis Président de la Société Royale & Membre de cette Académie, dont l'une & l'autre de ces deux Compagnies regrettent aujourd'hui la perte, & nous

n'avons rapporté ce que nous venons de dire de M. Halley que pour faire voir le cas que ce Nestor de l'Astronomie faisoit de M. Bradley. L'estime & l'amitié d'un si grand homme devoient nécessairement faire partie de son Éloge.

Aussi - tôt que la nomination de M. Bradley fut publique, l'Université d'Oxford, qui jusque-là s'étoit fait seulement honneur de le compter au nombre de ses Élèves, voulut se l'attacher plus particulièrement, en l'aggrégeant à son Corps; elle lui envoya, de son propre mouvement, des Lettres de Docteur en Théologie.

La place d'Astronome de Greenwich mettoit M. Bradley dans son véritable élément, il se livra avec une infatigable assiduité aux observations, & désormais son Histoire fait, pour ainsi dire, partie de l'Histoire céleste.

Quelque nombreuse que pût être alors la collection d'instrumens qui se trouvoient à l'Observatoire de Greenwich, il étoit comme impossible qu'un Observateur aussi ardent que M. Bradley n'en désirât encore beaucoup d'autres, tant pour la plus grande exactitude des observations que pour suivre des vues particulières. Il profita en 1748 de la visite que la Société Royale fait tous les ans à l'Observatoire de Greenwich pour faire le récolement de l'inventaire des instrumens & pour se faire donner, par l'Observateur, une copie des observations de l'année; il représenta si vivement la nécessité de réparer les anciens instrumens & d'en construire de nouveaux, que la Société crut en devoir informer le Roi, & sur ses représentations, ce Prince fit donner pour cet important objet une somme de mille livres sterling ou d'environ vingt-deux mille cinq cents livres de notre monnoie. On peut juger, par tout ce que nous avons dit de l'amour de M. Bradley pour l'Astronomie, quel fut l'emploi de cette somme; il profita des talens & des lumières de M.^{rs} Graham & Bird, de la Société Royale, pour l'exécution de son dessein, & l'Observatoire se trouva meublé de la plus complète collection d'excellens instrumens que l'Astronome le plus jaloux de la perfection de ses opérations pût désirer. M. Bradley, muni de ce secours,

redoubla l'assiduité de ses observations ; il s'en est trouvé à sa mort une quantité presque incroyable, & nous ne pouvons trop tôt annoncer au Public qu'elles ont été remises à la Société Royale ; on peut être assuré qu'elle fera de ce précieux dépôt un usage digne d'elle & de la mémoire de M. Bradley.

Nous avons dit qu'il avoit remis la Cure de Bridflow & un bénéfice simple qu'il possédoit dès qu'il avoit été nommé à une des chaires d'Astronomie dans l'Université d'Oxford ; la Cure de Greenwich étant venue à vaquer, on crut ne pouvoir mieux faire que de la lui donner ; mais malgré son séjour nécessaire à Greenwich, la même délicatesse qui lui avoit fait remettre la Cure de Bridflow, lui fit refuser cette dernière, quoique d'un revenu assez considérable ; il craignit que les devoirs de l'Observateur ne fissent trop de tort à ceux du Pasteur, & il n'hésita point à renoncer à l'avantage que pouvoit lui procurer ce bénéfice pour n'avoir de ce côté aucun reproche à se faire. Le roi d'Angleterre sentit si bien tout le mérite de ce généreux refus que, pour en récompenser M. Bradley, il lui donna, par un brevet du 15 Février 1752, une pension de deux cents cinquante livres sterling ou de cinq à six mille livres de notre monnoie, & ce brevet porte expressément que c'est en considération de sa grande habileté & de son grand savoir en Astronomie & dans d'autres parties de Mathématique qui ont été si utiles au commerce & à la navigation d'Angleterre : des motifs de cette nature sont trop d'honneur à M. Bradley pour que nous ayons pu les passer sous silence. Cette même pension lui fut continuée par le roi d'Angleterre actuellement régnant, qui s'est fait honneur de se déclarer, dès son avènement à la Couronne, le protecteur des Lettres, des Sciences & des Arts utiles.

Ce fut à peu-près dans ce même temps que M. Bradley fut admis dans le Conseil de la Société Royale ; il avoit été nommé dès 1747 Membre de l'Académie Royale des Sciences & Belles-Lettres de Berlin, & l'année suivante il avoit obtenu dans celle-ci la place d'Associé-Etranger vacante par la mort de M. Cervi premier Médecin de S. M. Catholique ; il fut en

1754 de l'Académie Impériale de Pétersbourg, & en 1757 de celle de l'Institut de Bologne; sa réputation étoit si bien & si généralement établie qu'aucune des Compagnies littéraires de l'Europe n'avoit cru devoir négliger de se l'acquérir.

Tous ces gages si peu équivoques de l'estime publique, ne firent qu'enflammer l'ardeur de M. Bradley, & l'engagèrent à redoubler ses efforts pour la mériter de plus en plus; l'âge qui s'avançoit toujours ne lui fit rien rebattre de son assiduité au travail, qui devenoit cependant peu proportionnée à ses forces; il y succomba à la fin, & dès l'année 1760 il se trouva attaqué d'un extrême accablement: il ne fut point effrayé du danger de cesser de vivre, mais il le fut vivement du risque qu'il couroit de cesser d'être utile, & de survivre aux facultés de son ame; elles furent cependant respectées par le mal, & il n'eut pendant deux ans d'autre incommodité que cette espèce de défaillance; mais vers la fin du mois de Juin 1762, il fut attaqué d'une suppression d'urine causée par une inflammation dans les reins, dont il mourut le 13 Juillet suivant dans la soixante-dixième année de son âge; il fut enterré à Michin-Hampton dans le comté de Glocestre, dans le même lieu où reposoient déjà les corps de sa mère & de son épouse; nous disons de son épouse, car il avoit épousé en 1744 Susanne Peach fille d'un gentilhomme de ce nom dans le même Comté, de laquelle il a laissé une fille unique qui lui survit.

Le fond de son caractère étoit la plus parfaite modestie & une douceur rare dans un homme d'un tempérament vif & assez fort pour supporter les plus longues veilles & la plus grande application; à ces deux qualités il joignoit l'égalité d'humeur la plus parfaite & la plus grande générosité pour ceux qui se trouvoient dans le cas d'y avoir recours; l'amour propre si naturel aux hommes & si souvent reproché aux gens de Lettres, n'avoit presque aucune prise sur lui. Quoiqu'il parlât bien, & qu'il possédât l'art précieux d'énoncer ses idées avec toute la clarté dont elles étoient susceptibles, jamais homme ne fut plus ami du silence, il ne parloit jamais sans nécessité; mais dès qu'il croyoit que ses discours pouvoient

être utiles, il ne les épargnoit point; il excitoit même ses disciples à lui faire des questions par l'exactitude avec laquelle il y répondoit, & par l'attention qu'il avoit de se mettre toujours à la portée de ceux auxquels il avoit à parler; il ne cherchoit pas plus à se faire valoir par ses écrits que par ses paroles, & il en a très-peu public; l'extrême défiance qu'il avoit de lui-même, faisoit qu'il n'étoit jamais content de ses ouvrages, & l'a engagé à en supprimer un grand nombre qui auroient vraisemblablement mérité de voir le jour, la seule nécessité imposée à l'Observateur de Greenwich de communiquer ses observations à la Société Royale, a trahi sa modestie, & nous a conservé le recueil immense de celles qu'il avoit faites. C'étoit presque malgré lui qu'il étoit connu, du moins pouvons-nous assurer qu'il n'avoit mis dans sa réputation que son mérite seul & dépouillé parfaitement de toute attention à se faire valoir; cependant malgré son extrême simplicité & le peu d'inclination qu'il avoit à se communiquer, il étoit très-connu & par conséquent très-estimé de tout ce qu'il y avoit de plus grand en Angleterre, & tous les gens de Lettres, tant ses compatriotes que les étrangers s'empressoient de lui donner des marques de leur considération; il n'y avoit sur-tout aucun Astronome célèbre dans l'Europe qui ne se fit honneur d'être directement ou indirectement en correspondance avec lui; en un mot, on peut dire que jamais personne n'a cultivé avec plus de succès de plus grands talens, & n'a mieux mérité d'être mis du consentement unanime de toute l'Europe, au rang des plus grands Astronomes de son siècle.

La place d'Atlocé-Etranger qu'occupoit M. Bradley dans cette Académie, a été remplie par M. Linnæus, Chevalier de l'Ordre Royal & Militaire de l'Etoile-polaire, Docteur en Médecine & Professeur de Botanique à Upsal, Membre des Académies d'Upsal, de Stokolm, de Pétersbourg, de Berlin, & des Curieux de la Nature, & des Sociétés Royales de Londres, de Montpellier, de Toulouse & de Florence.



ON lit dans l'Histoire de l'Académie de 1761, *page 32*, que les trois plans de fibres de la unique charnue de l'estomac, avoient été décrits par M. Bertin en 1746, & ensuite par M. Haller dans sa petite Physiologie en 1751. L'Historien de l'Académie ignoroit alors qu'il y avoit eu une édition de cet Ouvrage de M. Haller, publiée en 1747, dans laquelle la même description se trouve. Il résulte de cette date, que M. Haller qui auroit pu en 1751 profiter de la découverte de M. Bertin, n'a pu en avoir connoissance lors de la première édition de sa Physiologie, & que M. Bertin & lui ont fait, chacun de son côté, la même découverte. On n'auroit sûrement pas soupçonné M. Haller d'avoir voulu s'attribuer ce qui ne lui appartenoit pas ; mais l'impossibilité physique forme une démonstration du contraire, & l'Historien de l'Académie est charmé de pouvoir lui rendre cette justice.



MÉMOIRES



M É M O I R E S
 D E
 M A T H É M A T I Q U E
 E T
 D E P H Y S I Q U E,
T I R É S D E S R E G I S T R E S
de l'Académie Royale des Sciences,
 De l'Année M. D C C L X I I.

D E S C R I P T I O N

D'un nouveau Piston, par le moyen duquel les frottemens sont considérablement diminués, & les cuirs rendus d'autant plus durables.

Par M. DE PARCIEUX.

ON fait assez que de toutes les parties d'une Pompe proprement prise, le piston est celle dont on s'est le plus occupé, & c'est en effet celle qui peut être susceptible de plus de différentes constructions.

Mém. 1762.

A

13 Mars
1762.

On a cherché à en faire sans frottement, sans que personne ait dit en quoi il consiste, ou quelle en est la cause: on a fait à la vérité des pistons sans frottement; mais sont-ils bons, sont-ils aisés à construire, peuvent-ils être d'usage dans tous les cas, & n'ont-ils point d'autres défauts? c'est ce que je vais examiner.

Je ne connois que deux sortes de pistons qu'on puisse dire être sans frottement; l'un est celui des pompes à lessive, qu'on nomme aussi *pompe de Genève*, & l'autre est celui de M.^{rs} Gosset & la Deuille.

Le premier consiste en un cylindre de cuivre, qui a de longueur deux à trois fois son diamètre, remplissant presque exactement la capacité du corps de pompe, qui doit être très-bien dressé & très-bien calibré, ainsi que le piston; l'un & l'autre ont besoin d'être faits avec un très-grand soin.

Ce piston est très-bon à employer toutes les fois qu'on n'a pas à élever l'eau au delà de 20 à 25 pieds; s'il faut l'élever plus haut, il se fait une perte assez considérable par une lame d'eau qui s'échappe entre le piston & le corps de pompe: cette perte est d'autant plus considérable, qu'on élèvera l'eau plus haut à cause de la charge de la colonne. Il y a bien aussi de la perte pour les hauteurs au dessous de 20 pieds, mais elle est peu de chose; je ne sache pas qu'on ait jamais employé ce piston que pour des pompes à bras & d'un petit diamètre: plus ce piston sera long & parfaitement bien calibré au corps de pompe, moindre sera la perte, mais il y en aura toujours une.

J'ai examiné plusieurs de ces pompes, entre lesquelles il y en avoit de très-bien faites: connoissant leur diamètre & la levée du piston, il étoit aisé de dire combien il falloit de coups de piston pour remplir un vaisseau d'une capacité connue; il s'en falloit bien que le nombre des coups de piston trouvé, remplît le vaisseau.

Ce piston & son corps de pompe sont très-difficiles à bien faire, attendu qu'il faut qu'ils soient drois & bien calibrés par-tout, au lieu que pour les autres pistons, qui sont garnis

de cuir, il fuffit que le corps de pompe foit paffablement calibré fans qu'il foit befoin qu'il foit parfaitement droit; tous ces foins rendent la pompe chère, & je ne vois que deux raifons qui puiffent la rendre préférable aux autres quand le cas y eft, l'une quand on veut s'éviter le foin d'y faire mettre des cuirs, & l'autre quand on veut les faire fervir à élever de l'eau chaude, comme la leffive, qui racorniroit bien-tôt les cuirs; & parce que c'eft pour cet ufage* que les premières ont été vrai-femblablement faites, on leur a donné le nom de *pompes à leffive*.

Le piston de M.^{rs} Goffet & la Deuille n'a pas de frottement non plus, mais c'eft plutôt un foufflet qu'un piston; & parce que le cuir qui forme la couronne autour du noyau folide, doit porter la portion de la colonne d'eau à laquelle elle fert de bafe, on sent aifément qu'un pareil piston ne peut pas être employé à élever l'eau bien haut, il n'y réfifteroit pas long-temps, il feroit coûteux & difficile à rétablir, & la partie qui fait le foufflet, obéiffant ou fe prêtant aux deux mouvemens, une pompe avec de tels pistons ne peut jamais faire tout l'effet dont eft capable la force qui le meut.

Il y a encore le piston fait avec plusieurs ronds de cuir, de même diamètre que le corps de pompe, posés les uns fur les autres; ils font très-bons pour des pompes pneumatiques qui font travaillées avec le plus grand foin, & qu'on a toujours fous la main, qu'on démonte & remonte aifément, mais ils ne peuvent pas être employés à des grandes pompes, ni même à ce qu'on nomme *pompes domestiques*; d'ailleurs ces pistons deviendroient chers par le cuir qui y entre. Ils frottent quand ils font neufs, mais quand ils ont fervi quelque temps, que les bords font ufés, qu'ils ont peu ou point de frottement, ils laiffent perdre une laine d'eau tout autour, comme le piston des pompes à leffive, le cuir ne s'étendant pas de lui-même pour remplacer ce qui s'ufe. Il eft vrai qu'en refferrant un écrou qui eft en deffous, on les fait un peu tendre, & cela dure encore du temps pour une pompe pneumatique qui travaille peu, qui eft bien calibrée, bien liffée ou unie, jufques au

poli, & un peu huilée ou graissée; mais pour une pompe à élever de l'eau, qui iroit continuellement, ce seroit l'affaire de sept à huit jours tout au plus, & ils ne peuvent pas être nommés *pislons sans frottement*, car ils l'ont assez fort tant qu'ils sont bons, & on ne peut guère les faire aspirans de la sorte. Voilà les trois pislons qui paroissent avoir le moins de frottement, dont on ne peut néanmoins faire usage pour les grandes machines, ni pour aucune pompe qui doit élever l'eau un peu haut.

Les pislons dont on fait le plus d'usage, sont faits avec un morceau de bois autour duquel on fait une feuillure à l'un des bouts, de 4 à 5 lignes de profondeur, dans laquelle on cloue une bande de cuir de 2 pouces & demi ou 3 pouces de largeur, formant une espèce de godet un peu conique, dont le haut qui est le plus large du godet doit remplir le corps de pompe, & le bas doit être un peu plus enfoncé que le bord de la feuillure, afin que les têtes des clous ne puissent pas toucher le corps de pompe & le gâter ou rayer, ce qui arrive néanmoins assez souvent, quand le rebord du bois est usé, ou que le bois venant à pourrir, les clous le quittent par l'effort de la charge de l'eau. Ces sortes de pislons ont deux défauts assez grands, l'un est celui qu'on vient de remarquer, que les têtes des clous rayent les corps de pompe quand le rebord du bois est usé, ou que l'effort de l'eau sur le cuir qui porte un vide près des clous, les fait lâcher & en pousse les têtes contre le corps de pompe, qui le gâtent ou rayent, en même temps que le piston perd une partie de son eau à chaque fois qu'il monte.

L'autre défaut qui n'est guère moins considérable, & qui l'est souvent davantage, vient du vide qui se trouve entre le contour intérieur du corps de pompe & les têtes des clous. Le haut de la bande de cuir touche bien le corps de pompe, mais la même bande de cuir auprès des clous, se trouve éloignée du corps de pompe quelquefois de 2 à 3 lignes; il arrive de-là quand le piston enlève la colonne, que le cuir est obligé de se plier au dessus des clous, jusqu'à toucher au corps de

pompe, parce que le cuir porte toute la partie de la colonne d'eau qui a pour base la couronne qui forme le vide entre les clous & le corps de pompe.

La bande de cuir ne porte ou ne soutient cette eau qu'en s'appuyant contre le corps de pompe; cet effort ou pression du cuir contre le corps de pompe, est d'autant plus grand que l'est le vide qui est entre les têtes des clous & le corps de pompe, & c'est cette pression du cuir contre le corps de pompe qui cause tout le frottement du piston; car s'il n'y avoit point de vide entre la partie solide du piston & le corps de pompe, le cuir n'auroit à soutenir aucune partie de la colonne d'eau, & il n'y auroit aucun frottement, mais il devient d'autant plus grand que l'est le vuide qui est entre la partie solide du piston & le corps de pompe.

Ce vide est quelquefois si grand, que le cuir, soit neuf, soit déjà usé, ne pouvant soutenir l'effort de l'eau, se renverse, tant à cause de la charge de l'eau, que parce que le frottement est plus grand, & que sa résistance y contribue; ainsi plus ce vide est grand, plus le frottement l'est aussi, comme il a déjà été dit, plus tôt le cuir est usé, & plus tôt il se renverse.

Par le piston que je propose, on évite ces deux défauts; je veux dire qu'il n'y a point de clous qui puissent rayer le corps de pompe, & il n'y a que le moins de vide possible & le seul nécessaire, entre le corps de pompe & la partie solide du piston qui soutient le cuir: par-là, il n'y a qu'une pression presque insensible du cuir contre le corps de pompe.

A est le plan, & *BB* le profil d'une pièce de cuivre ou de fer fondu, autour de laquelle on coule un boulet de plomb, représenté au profil *CC*, par la partie ajoutée *DD*; la pièce de fonte a un peu de dépouille, son diamètre est de 8 à 10 lignes moindre que celui du corps de pompe. *E* représente le plan, & *FF* la coupe d'une autre pièce de fonte de même diamètre que la précédente, & percée de même, ayant un canon *GG*, un peu en dépouille pour la facilité du mouleur, la vive arête de dessous *HH*, abattue tout autour.

KK représente une plaque de même matière que les deux

précédentes, ronde, bien dressée par-dessous, ayant un canon *LL* dans lequel entre sans gêne ni trop de liberté le canon *GG* de la pièce précédente; on fait réserver à cette pièce, en la coulant, trois ou quatre trous *II*. Cette pièce est la soupape du piston, sous laquelle on met un cuir qu'on y fixe solidement par un anneau de fer mis en dessous, retenu par trois ou quatre rivets passant par les trous *I, I*, réservés à la plaque; & afin que l'anneau de fer qui retient le cuir de la soupape ne l'empêche pas de joindre sur la pièce *FF*, les trois branches *z, z, z*, qui joignent le bas de la douille *GG* à la couronne extérieure, sont échancrées en dessus de 5 à 6 lignes, ou bien elles sont moins hautes de 5 à 6 lignes que le dessus de la couronne & le rebord ou aliette du bas de la douille où doit battre la soupape. Si on fait ce piston en cuivre bien dressé, on peut se passer de cuir sous la soupape.

Le canon de la soupape doit être plus court que celui de la pièce *FF*, de l'épaisseur du cuir qui doit être sous la soupape, & de la quantité dont la soupape doit lever, qui ne passe pas 8 à 9 lignes; ainsi il suffit que le canon de la soupape soit plus court que l'autre d'un ponce. J'ai observé plusieurs fois & par des ouvertures différentes, avec des soupapes à guide qu'elles ne lèvent pas au delà de 7 à 8 lignes, quand elles sont un peu lourdes, comme il le faut, afin qu'elles soient tout-à-fait baissées avant que le piston commence la marche contraire.

Le plomb qu'on coule autour de la pièce *BB*, doit être tel que le tout entre juste dans le corps de pompe, n'y ayant aucun danger, parce que le plomb cède; & quand le piston a marche trois à quatre fois, il est calibré & n'a, comme on voit, que le jeu nécessaire tout autour, & comme rien ne l'oblige à se porter plus d'un côté que d'un autre, si le corps de pompe est bien d'aplomb, & la suspension de la tringle dans l'axe du piston & du corps de pompe, il est clair que ce plomb sera longtemps juste au corps de pompe, & qu'il ne le gênera jamais quand même quelque cause le porteroit plus d'un côté que d'un autre: le pis-aller est que le plomb s'use, ce qui doit arriver à la

fin; mais le bourlet de plomb ayant peu de dépouille & ayant 15 à 18 lignes de haut, il dure très-long-temps.

Pour couler & former le bourlet de plomb *DD*, autour de la pièce de fonte *BB* ou *CC*, laquelle fait le bas du piston, il faut avoir une virole *XX* de cuivre mince, ou de tôle, ou de carton huilé, si l'on veut, de 3 à 4 pouces de haut, un peu conique, & telle qu'elle ait vers son milieu le même diamètre que le corps de pompe.

On fait tourner un morceau de bois *Y*, conique comme la virole de cuivre, ayant au bout le moins gros de *R* en *R*, le même diamètre qu'a le corps de pompe: on y fait faire une feuillure autour *MM*, de 5 à 6 lignes d'assiette & de 4 à 5 lignes de haut seulement, & on fait réserver au centre une cheville *Q* ronde, de la grosseur du trou du milieu des pièces de fonte.

On met la pièce de bois dont nous venons de parler dans la virole de cuivre, en l'y forçant un peu; si tout a été comme on vient de le dire, on voit que la pièce de bois doit arriver jusque vers le milieu de la longueur de la virole: on met un peu d'huile sur la partie du bois qui doit recevoir le plomb fondu, qu'on étend avec une plume, afin que le plomb ne le brûle pas; on fait chauffer la pièce de fonte, on la met sur la pièce de bois dans la virole, faisant entrer la cheville réservée au centre, dans le trou du milieu de la pièce de fonte: on emplit les autres ouvertures de la pièce de fonte avec du sable ou de la cendre, afin que le plomb ne les remplisse pas; cela préparé, on coule le plomb autour. Il est à propos d'avoir une cuiller qui contienne suffisamment de plomb, pour n'y pas revenir à deux fois, ou que l'on ait deux cuillers, & que deux personnes versent ensemble, sans quoi le bourlet seroit sujet à être de deux pièces.

Le cuir de ce piston n'a point de joint, c'est une calotte élastique, ayant ses bords relevés de 8 à 10 lignes ou d'un pouce, si on veut. *A* en représente la coupe, & *Q* le plan avec les ouvertures. Pour former ces cuirs, il faut avoir une virole *N* de cuivre ou de fer, un peu conique & évaluée par

le haut, bien ronde & bien unie en dedans, & du même diamètre à l'endroit le plus étroit, que le corps de pompe; on a une pièce de bois *O*, percée d'un trou au milieu, de la même grandeur que le trou du milieu des pièces de fonte, tourne sur un mandrin passé dans ce trou. Le diamètre de cette pièce de bois doit être moindre que celui de la virole *ca* du corps de pompe, de 5 lignes $\frac{1}{2}$ à 6 lignes, & doit être aussi un peu conique comme la virole; la figure *O* en montre la coupe, on en abat les carnes ou arêtes un peu en rond, afin qu'elles ne coupent pas le cuir.

On prend un morceau de bon cuir, sans demander néanmoins du plus épais, mais qu'il soit bien uni & bien égal d'épaisseur; celui passé à l'orge est préférable à tout autre, celui passé à la chaux est trop cassant; on arrondit ce morceau de cuir, faisant son diamètre plus grand que celui du corps de pompe, de 12 à 15 lignes; on y fait un trou au milieu, de la même grandeur ou un peu moins que celui des pièces de fonte, parce qu'il s'agrandira suffisamment; on met ce cuir tremper, & lorsqu'il l'est assez, & qu'on l'a rendu bien souple, on l'estampe avec la virole & la pièce de bois faites pour cela, mettant le côté de la chair en dehors, celui-là s'appliquant mieux contre le corps de pompe.

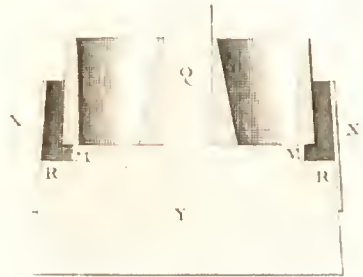
On fait entrer la pièce de bois *O* avec le cuir dans la virole, par le moyen d'un grand levier, ou d'une presse, ou d'un grand étau, ou encore mieux par le moyen d'une vis & d'une clef à écrou faites pour cela, faisant passer la vis à travers d'une planche ou d'un établi, & par le milieu de toutes ces pièces on fait entrer la pièce de bois *O*, jusqu'à ce que le cuir touche l'établi; dans le cas où l'on se serviroit d'un levier ou d'une presse, il faudroit mettre une cheville dans le trou de la pièce de bois *O*, un peu saillante pour assujétir le cuir à rester concentrique avec la pièce de bois. Il faut laisser le tout en cet état un jour entier ou davantage, si l'on veut; après quoi on retire le bois avec le cuir de la virole, laissant sécher le cuir sur la pièce de bois, afin qu'il conserve sa forme & ne se déjette pas; & lorsqu'il est suffisamment séché, on égalise le bord,

Pl I

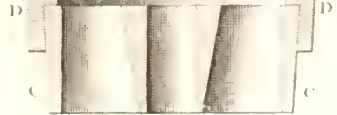
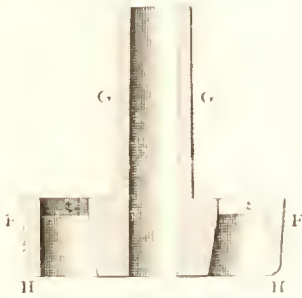
coupe



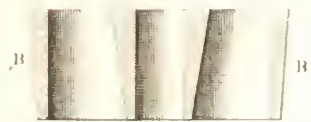
coupe



G



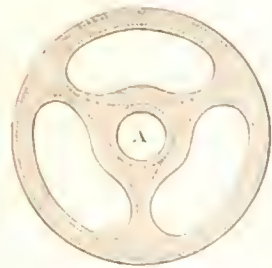
coupe



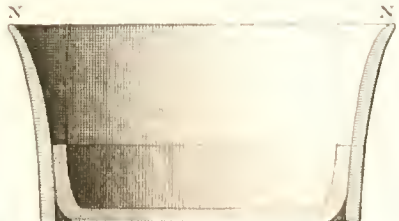
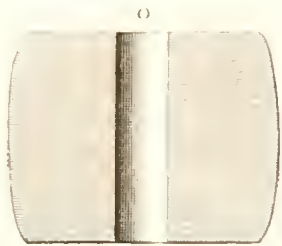
Plan



Plan

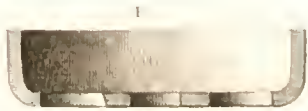
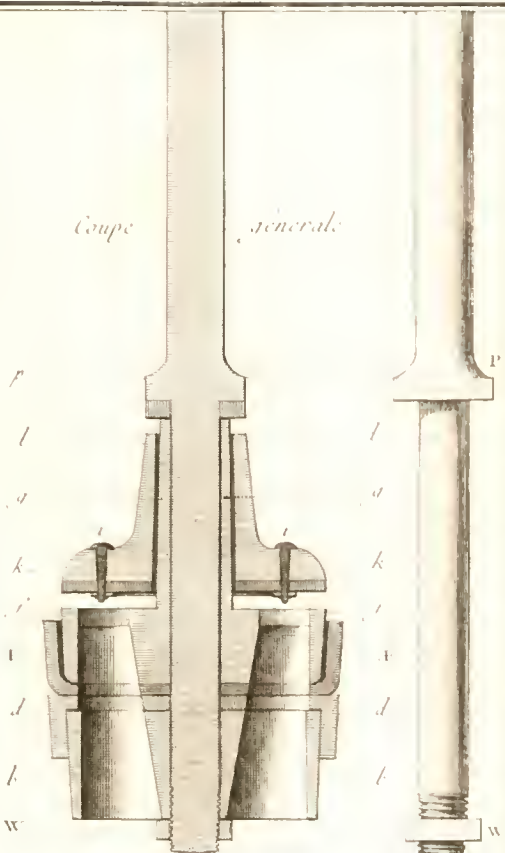


Pla II



Plan du cuir

Coupe générale



Coupe de la...



bord, s'il ne l'est pas, on lui fait les passages pour l'eau, de la même grandeur que ceux des pièces de fonte, comme cela est représenté par *Æ*, & on les assemble sur la tringle du piston qui doit remplir le trou du milieu des pièces de fonte & avoir une embâse *P* & un écrou de cuivre *W*, placé dessus ou dessous, selon que le piston doit être aspirant ou foulant.

Je dis qu'il faut faire l'écrou de cuivre, parce que fer contre fer dans l'eau, se rouille extrêmement vite, au point qu'on a de la peine à les défaire au bout de deux ou trois ans, au lieu que cuivre contre fer ne se rouillant pas, ou bien n'y en ayant qu'un qui se rouille, cela n'empêche pas qu'on ne les délasie aisément, n'y ayant rien de l'un qui engène dans l'autre.

En assemblant ces pièces, il faut avoir soin de mettre deux petits ronds de cuir ou de forte vache entre le bout du canon *GG* de la pièce *FG* & l'embâse ou l'écrou qui doit appuyer dessus, selon que ce sera l'un ou l'autre, pour faire un piston aspirant ou refoulant; sans cette précaution, il s'échapperait un peu d'eau entre la tringle & le canon.



O B S E R V A T I O N S
SUR LA QUANTITÉ D'ARGENT
Que retiennent les Coupelles après avoir servi aux Essais.

Par M. TILLET.

6 Février
1762.

DANS un Mémoire que j'ai eu l'honneur de lire à l'Académie, sur les Essais des matières d'Or & d'Argent, & sur les moyens de les rendre moins incertains, j'ai dit, par une suite des résultats que j'y ai établis, qu'il y avoit tout lieu de croire que la diminution constante qui se trouve sur le fin des matières, étoit principalement occasionnée par le plomb dont on fait usage pour les épurer. J'ai observé que ce dernier métal, en se réduisant en litharge & en s'imbibant dans les coupelles, pouvoit entraîner avec lui quelques particules d'argent, s'en charger plus ou moins, suivant la quantité de plomb qu'on emploie, & les tenir noyées avec lui dans toute l'étendue des coupelles, sans qu'il en restât aucune marque extérieure.

Je m'étois proposé dès ce temps-là de constater ce fait important, & de retrouver, s'il étoit possible, les particules d'argent qui manquent toujours au bouton d'essai, quelque pure que soit la matière dont il a été tiré. Un travail de toute une autre nature me détourna de cet objet particulier de recherches, & je n'ai fait que depuis peu les expériences propres à lever tout doute sur ce point.

On sait que pour enlever l'alliage que peut contenir une matière d'argent, il est d'usage universel d'employer une quantité de plomb connue, & de faire passer le tout à la coupelle, en lui donnant une chaleur assez vive pour que le plomb s'y imbibe à mesure qu'il se convertit en litharge. Lorsque l'opération est bien faite, l'argent reste pur à la superficie de la coupelle, & le plomb incorporé dans cette matière poreuse,

disparôit totalement. J'ai long-temps employé des coupelles qui pesoient à peu près deux gros & pouvoient recevoir en litharge la même quantité de plomb. Ce n'est pas encore ici le moment de communiquer à l'Académie les observations que M. Hellot & moi, avons faites sur ce qui regarde les coupelles d'essais & la nécessité de les perfectionner: ce travail tient à un autre plus étendu dans le même genre, que nous mettrons sous les yeux de la Compagnie, lorsque des circonstances particulières ne nous arrêteront plus.

La forme, la pesanteur & la nature des coupelles n'influant en rien sur les expériences que je projetois, je pris celles qui m'avoient servi autrefois & avoient pesé deux gros avant que d'être employées aux essais; elles étoient entièrement imbibées de plomb, & par-là je n'eus que des parties chargées de litharge.

Avant que de traiter cette matière par le flux propre aux expériences sur les mines, je fis rougir à un feu très-vif plusieurs de ces coupelles chargées de litharge. La flamme du charbon rendit bientôt le phlogistique à une partie du plomb qu'elles contenoient; il s'échappa de toutes parts plusieurs gouttelettes de ce métal, que je recueillis jusqu'à la pesanteur de deux gros & demi à trois gros: je les fondis dans une cuiller de fer, & j'en tirai un bouton de plomb très-net, qui pesoit à peu près deux gros. Je le passai ensuite à la coupelle pour connoître ce qu'il pouvoit contenir d'argent, & je trouvai qu'il en avoit beaucoup plus rendu que n'en renferme le plomb dont je fais usage pour mes essais.

Cette première épreuve confirma mon sentiment & me détermina à mettre plus de précision dans celles que j'avois dessein de faire en employant le flux.

Je réduisis en poudre impalpable plusieurs coupelles chargées de litharge; je mêlai deux onces de cette poudre avec six onces de tartre blanc & trois onces de salpêtre ratiné; je mis ces matières ainsi mélangées dans un creuset d'Allemagne; je le couvris d'un autre creuset de la même espèce, & je les lutai avec soin, en ménageant au haut de celui qui seroit de chapi-

teau, une issue pour les vapeurs du flux lorsqu'il détonneroit.

La chaleur que je donnai d'abord au creuset fut trop vive sans doute; peut-être aussi contenoit-il trop de matière pour la grandeur dont il étoit; j'entendis une explosion sourde; le creuset se cassa vers le commencement de l'opération; elle ne fut pourtant pas inutile: je trouvai au fond du creuset près de trois gros de plomb, je le passai à la coupelle, après l'avoir fondu pour l'obtenir plus net, & j'eus encore, dans cette seconde épreuve, beaucoup plus d'argent que mon plomb destiné aux essais n'en contient.

Je fis une troisième expérience sur une moindre quantité de matière, mais je la fis avec une précision rigoureuse; je me bornai à deux coupelles entièrement imbibées de litharge, & qui pesoient ensemble une once. J'ai dit que chacune de ces coupelles, avant qu'elles servissent, pesoit deux gros; elles contenoient par conséquent quatre gros de plomb converti en litharge, & dès-lors je partoisi d'une quantité connue. Je réduisis ces deux coupelles en poudre: je les mêlai avec trois onces de tarte blanc, & une once & demie de salpêtre raffiné: je mis ce mélange qui n'étoit que la moitié du premier, dans un creuset de la grandeur de celui qui avoit cassé au feu, & après l'avoir couvert & luté, comme j'ai dit plus haut, je le plaçai dans un fourneau à vent dont j'ai parlé dans mon Mémoire sur les Essais, & qui produit le plus grand effet. J'y menageai la chaleur dans les commencemens; je la poussai ensuite au degré le plus vif pendant près d'une heure, & l'opération réussit; je ne trouvai cependant pas rassemblé au fond du creuset tout le plomb que les deux coupelles contenoient, je n'en recueillis qu'environ trois gros, & je remarquai que quelques globules de ce métal étoient restés dans les scories qui enveloppoient le petit culot de plomb. Je fondis dans une cuiller de fer tout le métal que me donna cette épreuve, & j'en tirai deux gros de plomb qui étoit beau, brillant & parfaitement net; je passai à la coupelle ce plomb resuscité, avec l'intention de passer aussi dans une seconde coupelle deux gros du plomb que j'emploie pour les essais.

Il résulta de cette expérience que le plomb ressuscité fournit deux grains & demi d'argent, poids de semelle, tandis que le plomb ordinaire & qui n'avoit point servi aux essais, ne donna qu'un quart de grain & même un peu moins; à peine cette particule d'argent imperceptible sufoit-elle incliner la balance; & l'on ne doit pas en être surpris, puisqu'elle n'étoit que la cent vingt-huitième partie d'un grain, poids de marc.

Les deux coupelles, matière de la dernière épreuve, avoient donc absorbé chacune deux grains & demi d'argent, poids de semelle, lorsqu'elles servirent à un essai; & le fait devient incontestable, puisque le plomb dont je fis usage alors ne contenoit en argent qu'un quart de grain, poids de semelle, & s'est trouvé dix fois plus riche après avoir purifié les matières, en passant à l'état de litharge, & avoir été rétabli dans toutes ses propriétés métalliques.

On sera encore mieux convaincu de cette vérité, lorsqu'on fera attention que le déchet ordinaire du fin de chaque essai roule sur la quantité dont nous voyons que le plomb s'est enrichi; & que l'on pourroit peut-être, en essayant des matières poulées au dernier degré d'affinage, retrouver la totalité de la portion qu'on auroit mise à l'épreuve, si l'on joignoit au bouton d'essai qui reste dans la coupelle après l'opération, le petit grain d'argent dont le plomb s'est chargé en se convertissant en litharge.

On pourra m'objecter que dans les expériences que j'ai faites il y a eu une espèce de concentration, que les particules d'argent disséminées dans la litharge, ont pu se rassembler dans le petit culot que j'en ai tiré, & que spécialement dans les deux gros de plomb de la troisième épreuve, j'ai eu peut être tout l'argent que les quatre gros contenoient.

Quoiqu'il y ait toute apparence que le peu d'argent répandu dans la litharge est également distribué dans le plomb net que produit cette litharge ressuscitée, cependant je veux accorder qu'il y a une concentration réelle, & que le petit culot contient seul de l'argent; il n'en résultera jamais qu'un demi-grain, poids de semelle, pour la totalité des quatre gros, lequel sera supposé appartenir au plomb foncièrement, & l'on sera forcé de convenir que les mêmes quatre gros réduits en litharge, en

ont absorbé deux grains, puisq'ue retablis dans leur premier état ils en ont fourni deux grains & demi.

De ce fait actuellement éclairci, & qui est beaucoup plus important qu'il ne le paroît au premier coup d'œil, résulte 1.^o la vérité d'une proposition que j'avois avancée en m'expliquant sur le travail des essais, & qui consiste à assurer que les Essâyeurs rapportent toujours le titre des matières d'argent, plus bas qu'il n'est réellement. S'il y a en effet dans l'opération une perte constante sur le fin des matières, parce que le plomb en absorbe une partie en passant à l'état de litharge, il arrive de toute nécessité que l'Essâyeur dans son rapport ne fixe pas avec exactitude le titre des matières essâyées, puisq'uil se règle sur le poids seul du bouton d'argent qui lui reste après l'opération, & ne tient aucun compte de la partie dont la litharge s'est chargée.

Il résulte en second lieu de ce fait bien établi, que le plomb doit être ménagé dans les essais d'argent, & qu'il en faut régler les proportions sur la quantité d'alliage que les matières contiennent. Dès qu'il ne les purifie qu'en occasionnant quelque diminution sur le métal essentiel, on peut être assuré que ce déchet sera plus ou moins fort selon la quantité de plomb plus ou moins considérable qu'on aura employée; & c'est un des points sur lesquels nous avons cru devoir insister, M. Hellot & moi, dans le rapport que nous avons donné à la Cour des Monnoies, après des expériences répétées, sur la discussion qui s'est élevée entre les deux Essâyeurs de la Monnoie de Paris: leur pratique n'est pas la même en général, quant aux doses de plomb qu'il convient d'employer relativement au titre des matières.

Il faut conclure enfin de cette perte régulière sur les boutons d'essais, qu'on s'est trompé jusqu'ici en regardant les matières d'argent affinées, comme chargées encore d'une portion d'alliage, lors même qu'on a pris les plus grandes précautions pour n'y laisser aucun corps étranger. Les lingots d'affinage sont communément rapportés au titre de onze deniers vingt-un grains, c'est-à-dire, qu'on y suppose un quatre-vingt-seizième d'alliage; mais si l'on avoit fait attention que le plomb entraînoit

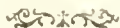
une quatre-vingt-seizième partie ou environ du fin même des matières, & qu'il y avoit un moyen de la retirer de la litharge, on auroit reconnu que les lingots d'affinage, lorsque cette opération est bien faite, ne contiennent plus d'alliage, ou approchent au moins très près du degré de fin auquel l'art est capable de les pousser. Il est certain qu'en perfectionnant le moyen d'extraire de la litharge les particules d'argent qu'elle tient recélées, & en réunissant ensuite ce léger produit au bouton d'essai, on pourroit juger du point précis d'affinage auquel il est possible de parvenir: peut-être trouveroit-on quelquefois que l'affinage est complet, si la chaleur étoit modérée & n'excédoit pas le terme que cette épreuve demande. Je dis si la chaleur étoit conduite avec ménagement, parce que j'ai observé que poussée à un degré extraordinaire & long-temps soutenue, elle peut faire perdre à de l'argent très-pur quelque chose de son poids, y occasionner une sorte de sublimation, sans qu'on ait besoin pour cela d'employer le plomb comme intermède, ou qu'on ait lieu de soupçonner que le déchet est une suite du pétilllement auquel l'argent en fusion est quelquefois exposé.

Depuis la lecture de ces observations, j'ai examiné les scories que m'a fourni le mélange de la troisième expérience; je les avois négligées, persuadé avec raison, comme on va le voir, qu'il suffisoit de passer à la coupelle la moitié du plomb résuscité, & qu'on pouvoit conclure de cette moitié au total. J'ai fait tremper ces scories dans de l'eau chaude, jusqu'à ce que les sels alkalis qui formoient le flux y fussent entièrement dissous; les grenailles de plomb qu'elles enveloppoient se sont assemblées au fond du vase qui contenoit la dissolution, & après avoir été fondues dans une cuiller de fer, elles ont donné un petit culot du poids d'un gros douze grains. J'ai passé à la coupelle ce culot de plomb, & j'en ai tiré une petite portion d'argent qui pesoit un grain & demi, poids de semelle: il est démontré par-là que l'argent dont la litharge se charge est distribué assez également dans le plomb résuscité, puisqu'après avoir tiré de deux gros de ce dernier métal, dans la troisième expérience, deux grains & demi d'argent, poids de semelle,

j'en ai extrait un grain & demi, même poids fictif, d'un gros douze grains dans le supplément à cette même expérience.

J'en ai fait une quatrième sur deux coupelles semblables à celles dont il vient d'être question, c'est-à-dire, qu'elles étoient entièrement chargées de litharge & pesoient ensemble une once. J'y ai suivi le procédé que j'ai décrit pour la troisième expérience, à cette différence près, que je l'ai exécuté d'une manière assez complète. J'ai rassemblé en effet, le plus exactement qu'il m'a été possible, tout le plomb que contenoient ces deux coupelles, en faisant fondre les scories dans de l'eau chaude, & j'en ai formé un culot pesant trois gros & demi vingt-quatre grains, poids de marc. On juge, par cette quantité, que j'ai eu à peu près celle que les coupelles avoient absorbée : d'ailleurs il est bon d'observer que le plomb sème pendant qu'il circule dans les coupelles, qu'il doit s'en évaporer quelques parties, & qu'il ne faut pas espérer que la litharge ressuscitée donne jamais la totalité du plomb qu'on aura employé pour les essais : le petit culot de plomb que j'ai tiré de cette quatrième expérience a produit, après avoir été passé à la coupelle, sept grains d'argent fin, poids de semelle. Voilà donc une nouvelle confirmation de la vérité que j'ai établie : il est donc prouvé évidemment que, défalcation faite de la particule d'argent qui étoit inhérente au plomb & qui lui appartenoit foncièrement, la litharge, dans cette circonstance-ci, avoit entraîné dans chacune des coupelles plus de trois grains de fin ; & que de ce déchet ignoré, bien réel cependant, toujours constant, mais plus ou moins considérable, suivant les coupelles dont on fait usage, il étoit résulté une fixation de titre inférieure au véritable degré de pureté de la matière qu'on avoit essayée.

Nota. Ces Observations m'ont conduit à un travail plus étendu, dont je rendrai compte dans la suite ; j'y établirai des faits qui ne sont présentes ici qu'avec réserve : on y verra la réduction des coupelles plus complète ; le plomb sur lequel il n'y aura qu'un seizième de perte, rassemblé en un seul culot ; & le fin qui manquoit aux matières essayées, entièrement restitué.



MÉMOIRE

M É M O I R E
SUR PLUSIEURS CLASSES D'ÉQUATIONS
DE TOUS LES DEGRÉS,

Qui admettent une Solution algébrique.

Par M. BEZOUT.

(1.) **Q**UELQUE importante que soit dans les différentes parties des Mathématiques, la résolution algébrique générale des équations de tous les degrés, nous ne sommes encore guère plus avancés à cet égard, qu'on ne l'étoit du temps de Descartes: les équations des deuxième, troisième & quatrième degrés, sont les seules dans lesquelles on ait pu jusqu'à présent assigner la valeur algébrique générale des racines. Depuis *Louis Ferrari* qui le premier a résolu les équations du troisième & du quatrième degré, les efforts des Algébristes se sont presque tous réduits à varier les méthodes qui peuvent servir à la résolution de ces deux degrés, & s'il m'est permis d'apprécier ici leur travail, aucun n'a donné une méthode plus simple que celle de cet ingénieux inventeur.

La méthode de ce dernier pour le quatrième degré, a sur celle de Descartes cet avantage, qu'elle réduit la solution de ce degré immédiatement à celle du troisième, même dans le cas où l'équation du quatrième degré auroit son second terme: celle de Descartes au contraire, en supposant l'évanouissement du second terme, conduit à une équation du sixième degré, réductible à la vérité au troisième, mais qui n'introduit pas moins dans la résolution de la proposée une complication qu'on peut éviter; elle exige d'ailleurs l'évanouissement du second terme, car sans cette opération préparatoire, l'équation du sixième degré à laquelle on réduiroit celle du quatrième, auroit tous ses termes: il est vrai que cette équation du sixième degré n'en est pas moins résoluble, mais elle ne l'est qu'à l'aide

Mém. 1762.

C

18 MÉMOIRES DE L'ACADÉMIE ROYALE
d'une préparation équivalente à l'évanouissement du second
terme.

(2.) Quelqu'ingénieuses que soient les méthodes données par ces deux Auteurs & par plusieurs autres, elles ne paroissent pas propres à donner des lumières sur la manière dont on doit se conduire dans la recherche des racines des équations de degrés supérieurs. En effet, par la méthode de Descartes, par exemple, on cherche à décomposer l'équation en deux autres équations du second degré, & il est aisé de prévoir que l'équation qui servira à déterminer les coefficients de ces deux-ci, montera au sixième degré, puisque le coefficient du second terme de ces deux équations est la somme de deux racines de la proposée, & que comme il n'y a pas de raison pour qu'il soit plutôt la somme de deux de ces racines que de deux autres, il doit avoir autant de valeurs qu'il peut y avoir de pareilles sommes, c'est-à-dire, autant qu'il y a de manières de prendre deux quantités dans quatre. Si donc on vouloit essayer de résoudre le cinquième degré par la même méthode, on voit aisément que l'équation à laquelle on la réduiroit monteroit au dixième degré, équation beaucoup plus difficile à résoudre que la proposée; car indépendamment de ce qu'elle monte à un degré beaucoup plus élevé, elle renferme d'ailleurs les difficultés de cette même équation, puisqu'il est certain que les radicaux cinquièmes que doit renfermer la proposée, ne peuvent se trouver par la résolution des deux équations qu'on regarde ici comme ses composantes. En examinant de même les autres méthodes qu'on a données pour la résolution du quatrième degré, on voit qu'en les transportant aux degrés supérieurs, elles donnent de même des réduites plus élevées que les proposées.

(3.) On ne peut pas dire tout-à-fait la même chose des différentes méthodes qu'on a proposées jusqu'ici pour la résolution des équations du troisième degré. L'idée de représenter la racine par la somme de deux indéterminées, qui permettent de partager l'équation en deux parties propres à donner la séparation de ces deux indéterminées, est très-ingénieuse &c

s'applique également au quatrième degré, c'est-à-dire, qu'on peut avoir les racines de l'équation générale du quatrième degré, en représentant l'inconnue par la somme de trois indéterminées, & rien jusqu'ici ne démontre que cette méthode ne puisse s'étendre aux degrés supérieurs; au contraire on a dans chaque degré à l'infini une équation résoluble, en représentant ainsi la racine par la somme de deux quantités indéterminées.

(4.) M. Euler est le premier qui ait cherché à résoudre les équations du quatrième degré par une méthode analogue à celle qu'on emploie pour le troisième. On trouve dans le sixième volume des Mémoires de Pétersbourg, un excellent Mémoire de ce savant Géomètre, avec ce titre, *De formis radicum Equationis cujuscunque gradus conjectatio*. M. Euler remarquant que dans une équation du second degré sans second terme, la racine est exprimée par un radical du même degré, que dans le troisième degré elle est exprimée par la somme de deux radicaux du troisième degré, pense qu'en général dans un degré quelconque elle est exprimée par la somme d'autant de radicaux moins un, du même degré, qu'il y a d'unités dans l'exposant de ce degré, & que les indéterminées affectées de ce radical sont les racines d'une équation d'un degré moindre d'une unité. Pour donner quelque solidité à cette conjecture, M. Euler représente la racine d'une équation du quatrième degré par la somme de trois indéterminées affectées chacune du radical du même degré; & par un artifice qu'on peut voir dans son Mémoire, il parvient à réduire la recherche de ces indéterminées à une équation du troisième degré; mais les racines de cette équation sont les carrés de celles d'une autre équation du troisième degré, à laquelle on parvient en représentant la racine de la proposée par la somme des racines carrées de trois indéterminées; en sorte que ce qui résulte de-là est qu'à la vérité on peut résoudre une équation du quatrième degré à l'aide de trois indéterminées, mais cela ne prouve encore rien pour les radicaux quatrièmes.

(5.) On n'a donc jusqu'à présent pour favoriser cette con-

jeeture, que les racines des équations peuvent s'exprimer par plusieurs termes, dont chacun est un radical du degré de l'équation proposée; on n'a donc, dis-je, que cette classe d'équations de degrés impairs qu'a donnés M. de Moivre dans les *Transactions philosophiques*, & celle de degrés pairs qu'y a ajoutée depuis M. Euler, dans le *Mémoire* dont nous venons de parler, & qui toutes deux se résolvent par la somme de deux radicaux du degré de l'équation.

(6.) J'ai plusieurs fois tenté la résolution générale d'après cette idée, mais par différens moyens que leur peu de succès me dispense de rapporter. D'autres idées se sont présentées depuis; sans rien avancer ici sur ce qu'elles peuvent me promettre ou me faire désespérer, je vais exposer ce qu'elles m'ont donné jusqu'à présent. Les résultats que je vais donner m'ont été fournis par différentes méthodes, les unes plus, les autres moins composées; celle que j'emploierai ici est celle qui m'a paru la plus propre à les présenter clairement.

(7.) On sait qu'une équation déterminée peut toujours être regardée comme le résultat de deux équations à deux inconnues, dont on a éliminé l'une de ces deux inconnues. Si donc on choisit ces deux équations, de manière 1.^o que les deux équations déterminées qui en doivent résulter, soient chacune du degré de la proposée; 2.^o telles qu'elles renferment au moins deux fois autant de coefficients indéterminés moins un, qu'il y a d'unités dans l'exposant du degré de la proposée, alors comparant terme à terme l'une de ces équations déterminées avec la proposée, & égalant à zéro tous les termes de la seconde, à l'exception des deux extrêmes, il est clair qu'on aura la résolution de la proposée, si les équations qui serviront à déterminer les coefficients, ne conduisent point à une équation finale de degré égal ou supérieur à la proposée.

(8.) Mais ce calcul qui, dès le quatrième degré, commence à devenir pénible, peut s'abrégér considérablement par la considération suivante. On regardera l'équation proposée, comme étant immédiatement celle qui résulte de l'évanouissement d'une des deux inconnues, de y , par exemple, & on lui comparera

une équation à deux inconnues x & y , telle que de cette comparaison on puisse avoir une équation en y , du même degré que la proposée; on supposera dans cette dernière, égal à zéro chacun des termes, excepté le premier & le dernier, & on aura la résolution, en supposant la même chose que ci-devant, sur les équations par lesquelles on détermine les coefficients.

On peut encore (& cela est quelquefois beaucoup plus simple) prendre arbitrairement une équation à deux termes en y , & du degré de la proposée, comparer à cette équation une équation en x & y , telle que de cette comparaison il résulte une équation du même degré que la proposée, avec laquelle on la comparera terme à terme.

(9.) Je ne me propose point de donner dans ce Mémoire la méthode générale de distinguer les caractères que doit avoir cette équation en x & y , pour que les équations résultantes de la comparaison qu'on en fera avec la proposée, ne conduisent point à une équation trop élevée. Je me propose de faire voir l'usage qu'on peut faire de cette manière d'envisager les équations, pour la résolution d'une classe d'équations de tous les degrés, assez étendue & qui n'a point été traitée. Dans chacune de ces équations, la valeur de l'inconnue est exprimée, lorsqu'il n'y a point de second terme, par autant de radicaux moins un, du degré de la proposée, qu'il y a d'unités dans l'exposant de ce degré. Ces radicaux sont les moyennes proportionnelles (prises au nombre de $n - 1$, si n est le degré de l'équation) entre les deux racines d'une équation du second degré; & les autres racines de l'équation proposée, s'obtiennent en supposant la résolution complète des équations à deux termes.

On sait que la résolution générale purement algébrique de ces dernières n'est point encore connue, mais on peut représenter leurs racines d'une manière très-simple, en supposant la division du cercle en parties égales. Cette réflexion m'a conduit à renfermer toutes les racines des équations que je me propose de traiter, dans une seule formule générale; de sorte que dans un degré quelconque, dans le troisième, par exemple, on a les trois racines à la fois, comme dans une équation du

second degré, avantage qu'il ne paroît pas qu'on ait aperçu jusqu'ici.

Les équations que nous traitons (& qui, pour le dire en passant, comprennent la résolution générale du troisième degré) ont comme celles du troisième degré, un cas irréductible qui leur est propre; & le travail que j'ai fait jusqu'ici sur cette matière envisagée généralement, me donne lieu de penser que celles des degrés supérieurs, prises dans toute leur généralité, en offriront de très-singuliers, si on parvient à les résoudre complètement; on en verra quelques nuances dans ce que nous donnons aujourd'hui. Ce cas irréductible a encore cette conformité avec le troisième degré, qu'il se résout aussi par la multifsection des angles, la racine pouvant être représentée par la somme des co-sinus de plusieurs arcs qui ont entre eux des rapports donnés & exprimés par des fonctions de l'exposant de l'équation.

(10.) En réunissant la classe d'équations dont nous venons de parler, avec celles qu'ont données M.^{rs} de Moivre & Euler, voilà jusqu'à présent deux classes d'équations de tous les degrés qu'on peut résoudre algébriquement à l'aide d'une équation du second degré, l'une qui donne la racine exprimée par la somme de deux radicaux du degré de l'équation proposée, l'autre par la somme d'autant de pareils radicaux moins un, qu'il y a d'unités dans l'exposant du degré de cette équation. Mais ces deux classes sont-elles les seules qui dépendent de la résolution d'une équation du second degré? n'y en auroit-il pas aussi qui ayant toujours leurs racines exprimées par la somme de plusieurs radicaux du même degré, ne dépendroient que du premier degré?

(11.) Pour répondre à ces deux questions, nous observerons qu'en supposant que la racine d'une équation d'un degré quelconque, puisse être généralement exprimée par la somme de plusieurs radicaux de même degré qu'elle, l'équation qui donnera la valeur des indéterminées, affectées de ces radicaux, doit monter au moins à un degré moindre d'une unité que la proposée: de-là il est aisé de voir qu'on peut répondre affirm-

mativement à l'une & à l'autre question, puisqu'il suffit que cette dernière équation ait des diviseurs commensurables du second degré dans le premier cas, & du premier dans le second; or on conçoit aisément que cela peut avoir lieu en plusieurs manières, selon les différentes relations que pourront avoir les coefficients de la réduite.

Donc réciproquement si on parvient à déterminer dans chaque degré plusieurs classes d'équations résolubles par la somme de plusieurs radicaux du même degré, il en résultera une probabilité assez forte en faveur de la supposition que la racine est dans toute la généralité exprimée par la somme de plusieurs radicaux de cette espèce.

(12.) Nous verrons dans la suite de ce Mémoire, que dans chaque degré il y a des équations résolubles par la somme de 2, 3, 4, &c. radicaux, jusqu'à un nombre de radicaux moindre d'une unité que l'exposant du degré de l'équation, & que la détermination des quantités affectées de ces radicaux, dépend tantôt d'une équation du second degré, tantôt d'équations du premier degré, suivant la relation qu'auront entr'elles ces inconnues.

PROBLÈME I.

Résoudre l'équation générale du troisième degré en la réduisant à une équation du même degré à deux termes.

SOLUTION.

(13.) Soit $x^3 + px^2 + qx + r = 0$ l'équation générale proposée, je prends, conformément à ce que nous avons dit précédemment, l'équation $y^3 + h = 0$, & une autre équation à deux indéterminées y & x , telle qu'en substituant au lieu de y , la valeur en x dans l'équation $y^3 + h = 0$, il en résulte une équation du troisième degré, comparable à la proposée: cette équation réduite à ce qu'elle peut avoir de plus simple, est $y = \frac{x + a}{x + b}$; la substitution faite, on a

$$\left. \begin{aligned} & x^3 + 3ax^2 + 3a^2x + a^3 \\ & + hx^3 + 3bhx^2 + 3b^2hx + b^3h \end{aligned} \right\} = 0, \text{ ou}$$

$$x^3 + \frac{3a+3b^2h}{1+h}x^2 + \frac{3a^2+3b^2h}{1+h}x + \frac{a^3+b^3h}{1+h} = 0,$$

dont la comparaison avec la proposée donne $\frac{3a+3b^2h}{1+h} = p$,

$$\frac{3a^2+3b^2h}{1+h} = q, \quad \frac{a^3+b^3h}{1+h} = r. \text{ Je prends dans la première}$$

la valeur $\frac{3a-p}{p-3b}$ de h , & je la substitue dans les deux autres que je divise ensuite par $a-b$, & il me vient

$$(A) \dots p(a+b) - 3ab = q,$$

$$\& (B) \dots p(a^2+ab+b^2) - 3ab(a+b) = 3r.$$

De l'équation (B) je retranche l'équation (A) multipliée par $a+b$, & j'ai (C) $\dots -pab = 3r - q(a+b)$; comparant les équations (A) & (C) pour avoir les valeurs de $a+b$ & de ab , j'ai $a+b = \frac{pq-3r}{p^2-3q}$ &

$$ab = \frac{qq-3pr}{p^2-3q}.$$

Il est facile de voir maintenant que puisque a & b entrent de la même manière dans chacune des deux dernières équations, l'équation qui donnera a , doit être la même que celle qui donnera b , & qu'ainsi a & b sont les deux racines de l'équation suivante (D) $\dots a^2 - \frac{pq-3r}{p^2-3q}a + \frac{qq-3pr}{p^2-3q} = 0$.

Cela posé, puisqu'on a trouvé ci-dessus $h = \frac{3a-p}{p-3b}$, on a donc $y^3 = \frac{p-3a}{p-3b}$, & par conséquent $y = \sqrt[3]{\frac{p-3a}{p-3b}}$; or

l'équation $y = \frac{x+a}{x+b}$ donne $x = \frac{a-by}{y-1}$, & par conséquent

$$x = \frac{a\sqrt[3]{p-3b} - b\sqrt[3]{p-3a}}{\sqrt[3]{p-3a} - \sqrt[3]{p-3b}}. \text{ Multipliant haut \& bas par}$$

$$\sqrt[3]{[p-3a]^2} + \sqrt[3]{[p-3a] \cdot [p-3b]} + \sqrt[3]{[p-3b]^2}.$$

&

& divisant ensuite par $a - b$, on aura enfin

$x = -\frac{1}{3}p + \frac{1}{3}\sqrt[3]{[(3a-p)^2 \cdot (3b-p)] + \frac{1}{3}\sqrt[3]{[(3a-p) \cdot (3b-p)^2]}}$,
où il est aisé de remarquer que les deux radicaux sont les
deux moyennes proportionnelles entre $3a - p$ & $3b - p$.

(14.) Si $p = 0$, on a $x = \sqrt[3]{a^2 b} + \sqrt[3]{a b^2}$, c'est-à-dire, x égal à la somme des deux moyennes proportionnelles entre les deux racines de cette équation du deuxième degré. . . $a^2 - \frac{3r}{q}a - \frac{q}{3} = 0$. La forme sous laquelle se présente ici la racine, offre une manière très-prompte de parvenir à la réduite $a^2 - \frac{3r}{q}a - \frac{q}{3} = 0$; en effet, de l'équation $x = \sqrt[3]{a^2 b} + \sqrt[3]{a b^2}$, on tire en cubant $x^3 = ab(a + b) + 3ab\sqrt[3]{a^2 b} + 3ab\sqrt[3]{ab^2} = ab(a + b) + 3abx$, ou $x^3 - 3abx - ab(a + b) = 0$, dont la comparaison avec la proposée donne $ab = -\frac{1}{3}q$ & $ab(a + b) = -r$, ou $a + b = \frac{3r}{q}$, donc $a^2 - \frac{3r}{q}a - \frac{q}{3} = 0$.

(15.) Si l'équation avoit son second terme, on parviendroit aussi promptement à la réduite, en faisant $x = -\frac{1}{3}p + \sqrt[3]{a^2 b} + \sqrt[3]{a b^2}$, ce qui donneroit $x^3 + px^2 + \frac{p^2 x}{3} + \frac{1}{27}p^3 = ab(a + b) + 3ab[\sqrt[3]{a^2 b} + \sqrt[3]{ab^2}] = ab(a + b) + 3abx + pab$, ou

$$\left. \begin{aligned} x^3 + px^2 - 3abx - pab \\ + \frac{p^2 x}{3} + \frac{1}{27}p^3 - ab(a + b) \end{aligned} \right\} = 0, \text{ dont la comparaison}$$

avec la proposée $x^3 + px^2 + qx + r = 0$, donne
 $-3ab = q - \frac{p^2}{3}$, $r = \frac{1}{27}p^3 - pab - ab(a + b)$,
d'où il est facile de tirer la réduite.

PROBLÈME II.

(16.) Trouver les conditions qui réduiroient une équation de deg. quelconque à une équation du même degré à deux termes.

SOLUTION.

Soit $(A) x^n + m x^{n-1} + p x^{n-2} + q x^{n-3} + r x^{n-4} + s x^{n-5} + \dots M = 0$, une équation déterminée de degré quelconque ; à l'imitation de ce que nous avons fait pour le troisième degré, je suppose

$(B) y^n + h = 0$, & $(C) y = \frac{x+a}{x+b}$; substituant cette valeur

de y dans l'équation (B) , nous aurons, après avoir divisé par $1+h$,

$$(D) x^n + n \cdot \frac{a-hb}{1+h} x^{n-1} + n \cdot \frac{n-1}{2} \cdot \frac{a^2-hb^2}{1+h} x^{n-2} \\ + n \cdot \frac{n-1}{2} \cdot \frac{n-2}{3} \cdot \frac{a^3-hb^3}{1+h} x^{n-3} + n \cdot \frac{n-1}{2} \cdot \frac{n-2}{3} \cdot \frac{n-3}{4} \cdot \frac{a^4-hb^4}{1+h} x^{n-4} \\ + n \cdot \frac{n-1}{2} \cdot \frac{n-2}{3} \cdot \frac{n-3}{4} \cdot \frac{n-4}{5} \cdot \frac{a^5-hb^5}{1+h} x^{n-5} + \dots c + \frac{a^n-hb^n}{1+h} = 0;$$

donc si pour plus de simplicité on suppose $m = 0$, on aura

$n \cdot \frac{a-hb}{1+h} = 0$, ou $h = -\frac{a}{b}$, ce qui changera l'équation

$$(D) \text{ en } (E) x^n - n \cdot \frac{n-1}{2} \cdot ab x^{n-2} - n \cdot \frac{n-1}{2} \cdot \frac{n-2}{3} \cdot ab(a+b) x^{n-3} \\ - n \cdot \frac{n-1}{2} \cdot \frac{n-2}{3} \cdot \frac{n-3}{4} \cdot ab(a^2+ab+b) x^{n-4} \\ - n \cdot \frac{n-1}{2} \cdot \frac{n-2}{3} \cdot \frac{n-3}{4} \cdot \frac{n-4}{5} \cdot ab(a^3+a^2b+ab^2+b^3) x^{n-5} \dots c, \\ - ab(a^{n-2}+a^{n-3}b+a^{n-4}b^2+a^{n-5}b^3+\dots b^{n-1}) = 0,$$

après avoir divisé par $a-b$ tous les termes, excepté le premier.

Or il est aisé de voir que tous les coefficients de cette équation, à compter depuis le terme x^{n-4} , sont des fonctions de ab & de $a+b$, c'est à dire, des fonctions des coefficients des termes x^{n-2} & x^{n-3} . Donc si on suppose

$$-n \cdot \frac{n-1}{2} ab = p \text{ \& } -n \cdot \frac{n-1}{2} \cdot \frac{n-2}{3} ab(a+b) = q,$$

on pourra avoir fort aisément les valeurs de r, s, t , &c. c'est-à-dire, les conditions qui réduisent l'équation générale $(F)x^n + px^{n-2} + qx^{n-3} + rx^{n-4} + sx^{n-5} + tx^{n-6} + \dots M = 0$, à l'équation à deux termes $(C)y^n + h = 0$; c. q. f. r.

(17.) Pour résoudre maintenant l'équation E , il faut chercher les valeurs de a & de b ; or des deux équations $-n \cdot \frac{n-1}{2} ab = p$ & $-n \cdot \frac{n-1}{2} \cdot \frac{n-2}{3} ab(a+b) = q$,

on tire $ab = -\frac{p}{n \cdot \frac{n-1}{2}}$ & $a + b = \frac{q}{\frac{n-2}{3} p}$; donc

a & b seront les deux racines de l'équation suivante du deuxième degré $a^2 - \frac{q}{\frac{n-2}{3} p} a - \frac{p}{n \cdot \frac{n-1}{2}} = 0$; mais des

équations $y^n + h = 0$ & $h = -\frac{a}{b}$, on tire $y = \sqrt[n]{\frac{a}{b}}$,

& l'équation $y = \frac{x+a}{x+b}$ donne $x = \frac{a-by}{y-1} = \frac{a-b\sqrt[n]{\frac{a}{b}}}{\sqrt[n]{\frac{a}{b}}-1}$

$= \frac{a\sqrt[n]{b} - b\sqrt[n]{a}}{\sqrt[n]{a} - \sqrt[n]{b}} = \sqrt[n]{a^{n-1} b} + \sqrt[n]{a^{n-2} b^2} + \sqrt[n]{a^{n-3} b^3} + \dots + \sqrt[n]{a b^{n-1}}$.

(18.) On voit par-là que dans une équation de degré quelconque & sans second terme, les coefficients du troisième & du quatrième terme étant tels qu'on voudra, si les coefficients des autres termes sont tels qu'ils résultent de la comparaison des deux équations (E) & (F) , cette équation sera résoluble, & aura pour racine la somme de $n-1$, moyennes proportionnelles entre les deux racines d'une équation du deuxième degré.

R E M A R Q U E I.

(19.) L'équation $a^2 - \frac{q}{\frac{n-2}{3} p} a - \frac{p}{n \cdot \frac{n-1}{2}} = 0$, renferme quelques cas qui méritent une discussion particulière.

D ij

Si $p = 0$, q demeurant une quantité finie, l'équation du second degré qui donne la valeur de a devient $a^2 - \frac{q}{\frac{n-2}{3}p} a = 0$,

qui donne $a = 0$ & $a = \infty$, & comme suivant ce qui a été dit (c. 17), les deux racines de cette équation sont les valeurs de a & de b , on a $a = 0$ & $b = \infty$, ou $a = \infty$ & $b = 0$; or quoique ab soit facteur de chacun des radicaux qui composent la valeur de x , on n'en doit pas néanmoins conclure que x soit zéro, au contraire il est fini dans un cas, & infini dans tous les autres: il est fini si $n = 3$. La valeur de x est, comme on l'a vu, $x = \sqrt[3]{ab} + \sqrt[3]{ab^2}$, qui par la supposition de a infini & de $b = 0$, se réduit à $x = \sqrt[3]{a^2b}$, dans laquelle équation mettant pour ab sa valeur $-\frac{p}{3}$, & pour a sa valeur $\frac{q}{\frac{3}{2}p}$ ou $\frac{3q}{p}$, on a $x = \sqrt[3]{(\frac{3q}{p} \times -\frac{p}{3})} = \sqrt[3]{-q}$, qui est finie & indépendante de p , comme il est évident que cela doit être. Si n est plus grand que 3, alors il y a nécessairement dans la valeur de x un ou plusieurs termes infinis, comme il est très-aisé de le voir, & par conséquent x est infini, ce qui doit être en effet, puisque les conditions qui déterminent les valeurs des coefficients autres que p & q , rendent ces mêmes coefficients infinis.

Le second cas est celui où on auroit en même temps $p = 0$ & $q = 0$; cette supposition réduit l'équation $a^2 - \frac{q}{\frac{n-2}{3}p} a - \frac{p}{n \cdot \frac{n-1}{2}} = 0$, à la suivante $a^2 - \frac{0}{0} a = 0$;

& comme il n'y a rien ici qui détermine la valeur de la fraction $\frac{0}{0}$, on peut la supposer égale à tout ce qu'on voudra.

Cela posé, rappelons-nous qu'en vertu des valeurs $\frac{q}{\frac{n-2}{3}p}$

& $-\frac{p}{n \cdot \frac{n-1}{2}}$ trouvées ci-dessus pour $a + b$ & pour ab , on a

$$a^2 + ab + b^2 = \frac{3^2 q^2}{(n-2)^2 p^2} + \frac{2p}{n \cdot (n-1)}$$

$$a^3 + a^2 b + ab^2 + b^3 = \frac{3^3 q^3}{(n-2)^3 p^3} + \frac{2 \cdot 2 p}{n \cdot n-1} \times \frac{3 q}{(n-2) \cdot 1}$$

$$a^4 + a^3 b + a^2 b^2 + ab^3 + b^4 = \frac{3^4 q^4}{(n-2)^4 p^4} + \frac{3 \cdot 2 p}{n(n-1)} \cdot \frac{3^2 q^2}{(n-2)^2 p^2} - \frac{2 \cdot 2^2 p^2}{n^2 \cdot (n-1)^2},$$

& ainsi de suite; or en reprenant l'équation (E) du dernier problème, on voit que le dernier terme de cette équation est en général $-ab(a^{n-2} + a^{n-3}b + a^{n-4}b^2 + \dots + b^{n-2})$ dont la valeur en p & q aura pour premier terme

$$\frac{3^{n-2} q^{n-2}}{(n-2)^{n-2} p^{n-2}} \times \frac{p}{n \cdot \frac{n-1}{2}}, \text{ qui dans le cas présent est } \frac{0}{0}. \text{ Sup-}$$

posons donc cette quantité $= r^*$, c'est-à-dire, $\frac{3^{n-2} q^{n-2}}{(n-2)^{n-2} p^{n-2}} \times \frac{+p}{n \cdot \frac{n-1}{2}} = r$, il est facile de voir que les autres parties

de la valeur du dernier terme deviennent zéro par cette supposition; or de l'équation $\frac{3^{n-2} q^{n-2}}{(n-2)^{n-2} p^{n-2}} \times \frac{+p}{n \cdot \frac{n-1}{2}} = r$,

on déduit $\frac{3 q}{(n-2)p} = \sqrt[n-2]{\frac{+r}{p \cdot \frac{n-1}{2}}}$: donc dans l'équation

$$a^2 - \frac{q}{\frac{n-2}{3} p} = 0, \text{ ou } a^2 - \frac{3 q}{(n-2)p} a = 0, \text{ on}$$

aura $a = 0$ & $a = \frac{3 q}{(n-2)p}$, c'est-à-dire, $b = 0$ &

$$a = \frac{3 q}{(n-2)p} = \sqrt[n-2]{\frac{r}{p \cdot \frac{n-1}{2}}}, \text{ c'est-à-dire, infini; ce qui réduit}$$

la valeur générale de $x = \sqrt[n]{a^{n-1} b} + \sqrt[n]{a^{n-2} b^2} + \dots$

à $x = \sqrt[n]{a^{n-1} b} = \sqrt[n]{a b} \cdot \sqrt[n]{a^{n-2}}$. Substituant les

valeurs de ab & a^{n-2} , on aura enfin $x = \sqrt[n]{-r}$, ce

qui doit être en effet, puisque la supposition de $p = 0$,

$$q = 0, \text{ & } \frac{3^{n-2} q^{n-2}}{(n-2)^{n-2} p^{n-2}} \times \frac{p}{n \cdot \frac{n-1}{2}} = r, \text{ réduit l'équation } F,$$

* r représente ici une quantité finie.

à $x' + r = 0$; d'où l'on voit que les équations à deux termes se trouvent renfermées dans notre solution, quoiqu'au premier coup d'œil elles ne paroissent pas y être comprises. Au reste, notre but n'est pas de regarder ceci comme une solution des équations à deux termes, puisque la solution du cas général suppose la résolution de celles-ci; nous avons eu seulement en vue d'examiner ce que pourroit renfermer le cas de p & q égaux à zéro en même temps.

R E M A R Q U E I I.

(20.) Jusqu'ici nous n'avons qu'une racine de l'équation (E), nous avons dit ci-dessus (§. 9) que les $n - 1$ autres racines, dépendoient de la résolution complète des équations à deux termes; pour s'en convaincre, il faut se rappeler que la valeur de x a été déduite de l'équation $x = \frac{a - by}{y - 1}$, dans laquelle nous avons substitué la racine $y = \sqrt[n]{\left(\frac{a}{b}\right)}$ de l'équation $y^n = \frac{a}{b}$; or il est clair qu'il n'y a aucune raison pour substituer dans l'équation $x = \frac{a - by}{y - 1}$, plutôt une des racines de l'équation $y^n = \frac{a}{b}$ que toute autre; donc chacune étant également propre à résoudre, leur substitution successive donnera toutes les valeurs de x : il reste donc à déterminer toutes les racines des équations à deux termes.

On ne peut, par les méthodes connues jusqu'ici, avoir une expression purement algébrique de toutes ces racines pour tous les degrés; mais on peut les exprimer d'une manière très simple, en supposant la division de la circonférence du cercle. Nous supposerons que le lecteur se rappelle le théorème de M. Côtes. En vertu de ce théorème, les facteurs de $y^n - 1 = 0$ sont,

$$\text{si } n \text{ est impair, } 1 - y, 1 - 2y \cos. \frac{360^\circ}{n} + yy, \\ 1 - 2y \cos. \frac{2 \cdot 360^\circ}{n} + yy, 1 - 2y \cos. \frac{3 \cdot 360^\circ}{n} + yy,$$

$1 - 2y \cos. \frac{4 \cdot 360^\circ}{n} + yy, \&c.$ & ainsi de suite, en continuant le nombre des facteurs trinomes jusqu'à $\frac{n-1}{2}$, & lorsque n est pair, les facteurs sont $1 - y, 1 + y, 1 - 2y \cos. \frac{360^\circ}{n} + yy, 1 - 2y \cos. \frac{2 \cdot 360^\circ}{n} + yy, 1 - 2y \cos. \frac{3 \cdot 360^\circ}{n} + yy, 1 - 2y \cos. \frac{4 \cdot 360^\circ}{n} + yy, \&c.$ en continuant le nombre des facteurs trinomes jusqu'à $\frac{n-2}{2}$.

Cela posé, si on égale à zéro l'un quelconque de ces facteurs, supposé généralement représenté par $1 - 2y \cos. 360^\circ \times \frac{m}{n} + yy$, m étant un nombre entier qui ne doit pas surpasser $\frac{n-1}{2}$ lorsque n est impair, & $\frac{n-2}{2}$ lorsque n est pair, on aura généralement $1 - 2y \cos. 360^\circ \cdot \frac{m}{n} + yy = 0$, d'où l'on tire $y = \cos. 360^\circ \times \frac{m}{n} \pm \sqrt{(\cos. 360^\circ \times \frac{m}{n})^2 - 1}$ $= \cos. 360^\circ \times \frac{m}{n} \pm \sqrt{-1} \sin. 360^\circ \cdot \frac{m}{n}$, quantité qui peut représenter toutes les racines de l'équation $y^n - 1 = 0$, en prenant pour m tous les nombres depuis zéro inclusivement jusqu'à $\frac{n-1}{2}$ si n est impair, & jusqu'à $\frac{n}{2}$ si n est pair.

Cela posé, l'équation à deux termes $y^n = \frac{a}{b}$ aura donc pour l'une quelconque de ses racines

$$y = (\cos. 360^\circ \times \frac{m}{n} \pm \sqrt{-1} \sin. 360^\circ \times \frac{m}{n})^{\sqrt[n]{\frac{a}{b}}};$$

donc en substituant cette valeur dans $x = \frac{a - by}{y - 1}$, nous

$$\text{aurons } x = \frac{a - b \frac{n}{y} \times (\cos. 360^\circ \times \frac{m}{n} \pm \sqrt{-1} \sin. 360^\circ \times \frac{m}{n})^{\sqrt[n]{\frac{a}{b}}}}{(\cos. 360^\circ \times \frac{m}{n} \pm \sqrt{-1} \sin. 360^\circ \times \frac{m}{n})^{\sqrt[n]{\frac{a}{b}}} - 1},$$

valeur qui renferme généralement toutes les racines de l'équation (E); mais on peut réduire cette valeur à ne point avoir

32 MÉMOIRES DE L'ACADÉMIE ROYALE
de diviseur. Pour cet effet, je multiplie les deux termes de la
fraction $\frac{a - by}{y - 1}$, valeur de x , par

$$y^{n-1} + y^{n-2} + y^{n-3} + y^{n-4} + y^{n-5} + \text{etc.} + 1,$$

$$- by^n + ay^{n-1} + ay^{n-2} + ay^{n-3} + ay^{n-4} + \text{etc.}$$

$$\text{\& j'ai } x = \frac{+a - by^{n-1} - by^{n-2} - by^{n-3} - by^{n-4}}{y^n - 1};$$

mettant pour y^n la valeur $\frac{a}{b}$, & divisant par $a - b$, on a
 $x = (y^{n-1} + y^{n-2} + y^{n-3} + y^{n-4} + y^{n-5} + \text{etc.} + y) \times b$,
dans laquelle il ne reste plus qu'à substituer au lieu de y , la
valeur trouvée ci-dessus; on trouvera cette substitution toute
faite (§. 35.)

(21.) Pour donner quelque application de ceci, supposons
 $n = 3$, on aura $x = (y^2 + y)b$, &

$$y = (\cos. 120^\circ . m \pm \sqrt{-1} \sin. 120^\circ . m) \sqrt[3]{\frac{a}{b}};$$

$$\text{donc } x = b \sqrt[3]{\frac{a^2}{b^2}} (\cos.^2 120^\circ . m \pm 2 \sqrt{-1} \cos. 120^\circ . m \sin. 120^\circ . m)$$

$$+ b \sqrt[3]{\frac{a}{b}} (\cos. 120^\circ . m \pm \sqrt{-1} \sin. 120^\circ . m);$$

$$\text{ou } x = \sqrt[3]{a^2 b} (\cos.^2 120^\circ . m \pm 2 \sqrt{-1} \cos. 120^\circ . m \sin. 120^\circ . m$$

$$- \sin.^2 120^\circ . m) + \sqrt[3]{a^2 b} (\cos.^2 120^\circ . m \pm \sqrt{-1} \sin. 120^\circ . m);$$

mais on fait que $\cos. 120^\circ = -\sin. 30^\circ = -\frac{1}{2}$ &
 $\sin. 120^\circ = \frac{1}{2} \sqrt{3} = \sin. 60^\circ$; donc en substituant ces valeurs
& celles de 0 & 1 pour m , on aura les trois valeurs suivantes de x ,

$$x = \sqrt[3]{a^2 b} + \sqrt[3]{a b^2},$$

$$x = \sqrt[3]{a^2 b} \left(\frac{-1 - \sqrt{-3}}{2} \right) + \sqrt[3]{a b^2} \left(\frac{-1 + \sqrt{-3}}{2} \right),$$

$$x = \sqrt[3]{a^2 b} \left(\frac{-1 + \sqrt{-3}}{2} \right) + \sqrt[3]{a b^2} \times \left(\frac{-1 - \sqrt{-3}}{2} \right),$$

Dans le quatrième degré où $n = 4$, on aura

$$y = (\cos. 90^\circ . m \pm \sqrt{-1} \sin. 90^\circ . m) \sqrt[4]{\frac{a}{b}}$$

$$\text{\& } x = (y^3 + y^2 + y)b; \text{ or on fait que } \cos. 90^\circ = 0,$$

sin.

$\sin. 90^d = 1$, $\cos. 2 \times 90^d = -1$, $\sin. 2 \times 90^d = 0$,
 $\cos. 0 \times 90^d = 1$, $\sin. 0 \times 90^d = 0$; donc si l'on met
ces valeurs & celles de 0, 1 & 2 pour m dans l'équation
 $x = b (\cos. 3 90^d \cdot m \pm 3 \sqrt{-1} \cos. 90^d \cdot m$
 $\sin. 90^d \cdot m \mp 3 \cos. 90^d \cdot m \sin. 2 90^d \cdot m \mp \sqrt{-1}$
 $\sin. 3 90^d \cdot m) \sqrt[4]{\frac{a^3}{b^3}} + b (\cos. 2 90^d \cdot m \pm 2 \sqrt{-1}$
 $\cos. 90^d \cdot m \sin. 90^d \cdot m - \sin. 2 90^d \cdot m) \sqrt[4]{\frac{a^2}{b^2}} + b$
 $(\cos. 90^d \cdot m \pm \sqrt{-1} \sin. 90^d \cdot m) \sqrt[4]{\frac{a}{b}}$, on aura
 $x = \sqrt[4]{a^3 b} + \sqrt[4]{a^2 b^2} + \sqrt[4]{a b^3}$,
 $x = -\sqrt{-1} \cdot \sqrt[4]{a^3 b} - \sqrt[4]{a^2 b^2} + \sqrt{-1} \cdot \sqrt[4]{a b^3}$,
 $x = +\sqrt{-1} \cdot \sqrt[4]{a^3 b} - \sqrt[4]{a^2 b^2} - \sqrt{-1} \cdot \sqrt[4]{a b^3}$,
 $x = -\sqrt[4]{a^3 b} + \sqrt[4]{a^2 b^2} - \sqrt[4]{a b^3}$.

(22.) Les Géomètres savent qu'on peut diviser la circonférence par la règle & le compas seuls, en un nombre de parties égales, exprimé par un terme quelconque des quatre progressions géométriques suivantes,

$$\begin{aligned} &\div 2 : 4 : 8 : 16 : 32 : 64 : 128, \text{ \& c. } \div 3 : 6 : 12 : 24 : 48 : 96, \text{ \& c. } \\ &\div 5 : 10 : 20 : 40 : 80 : 160, \text{ \& c. } \div 15 : 30 : 60 : 120 : 240, \text{ \& c. } \end{aligned}$$

Donc si l'exposant du degré de l'équation est quelqu'un des termes de ces progressions, on pourra assigner toutes les racines en quantités purement algébriques; dans les autres cas, on n'en pourra avoir l'expression qu'à l'aide des sinus & co-sinus. *

PROBLÈME III.

(23.) *Trouver des équations résolubles par la somme de deux, trois, quatre, cinq, &c. radicaux du degré de ces équations.*

SOLUTION.

Nous ne donnerons point ici les formules générales qui

* Il est cependant vrai qu'on peut encore avoir l'expression algébrique des racines, tant que l'exposant ne passera pas le dixième degré; mais cette expression est de la nature de celle des racines d'une équation du troisième degré dans le cas irréductible.

34 MÉMOIRES DE L'ACADÉMIE ROYALE
renferment toutes ces équations; nous réservons ce travail pour
un autre temps, nous contentant pour le présent de résoudre
le problème jusqu'au septième ou huitième degré; mais on
verra aisément que la même méthode que nous allons exposer,
s'étend à tous les degrés.

Soit donc fait successivement $x = \sqrt[3]{a^2 b} + \sqrt[3]{a b^2}$,
 $x = \sqrt[4]{a^3 b} + \sqrt[4]{a^2 b^2}$, $x = \sqrt[5]{a^4 b} + \sqrt[5]{a^3 b^2}$,
 $x = \sqrt[6]{a^5 b} + \sqrt[6]{a^4 b^2}$, $x = \sqrt[7]{a^6 b} + \sqrt[7]{a^5 b^2}$, &c. c'est-à-
dire, en général $x = \sqrt[n]{a^{n-1} b} + \sqrt[n]{a^{n-2} b^2}$, & soient
formées pour chaque degré, toutes les puissances de x depuis n
jusqu'à zéro, en omettant celles des puissances au dessous de n ,
dans lesquelles quelque radical se trouveroit avoir b au dehors,
on aura dans les cinq degrés que nous prenons pour exemple,

$$I \ I^c \ D \ E \ G \ R \ E.$$

$$x^3 = a^2 b + 3 a b \sqrt[3]{a^2 b} + 3 a b \sqrt[3]{a b^2} + a b^3,$$

$$x = \sqrt[3]{a^2 b} + \sqrt[3]{a b^2}$$

$$I \ I^c \ D \ E \ G \ R \ E.$$

$$x^4 = a^3 b + 4 a^2 b \sqrt[4]{a^3 b} + 6 a^2 b \sqrt[4]{a^2 b^2} + 4 a^2 b \sqrt[4]{a b^3} + a^2 b^3$$

$$x^2 = a \sqrt[4]{a^2 b^2} + 2 a \sqrt[4]{a b^3} + a b$$

$$x = \sqrt[4]{a^3 b} + \sqrt[4]{a^2 b^2}.$$

$$I^c \ D \ E \ G \ R \ E.$$

$$x^5 = a^4 b + 5 a^3 b \sqrt[5]{a^4 b} + 10 a^3 b \sqrt[5]{a^3 b^2} + 10 a^3 b \sqrt[5]{a^2 b^3}$$

$$+ 5 a^3 b \sqrt[5]{a b^4} + a^4 b^2$$

$$x^2 = a \sqrt[5]{a^3 b^2} + 2 a \sqrt[5]{a^2 b^3} + a \sqrt[5]{a b^4}$$

$$x = \sqrt[5]{a^4 b} + \sqrt[5]{a^3 b^2}.$$

$$V \ I^c \ D \ E \ G \ R \ E.$$

$$x^6 = a^5 b + 6 a^4 b \sqrt[6]{a^5 b} + 15 a^4 b \sqrt[6]{a^4 b^2} + 20 a^4 b \sqrt[6]{a^3 b^3}$$

$$+ 15 a^4 b \sqrt[6]{a^2 b^4} + 6 a^4 b \sqrt[6]{a b^5} + a^5 b^2$$

$$x^3 = a^2 \sqrt[6]{a^3 b^3} + 3 a^2 \sqrt[6]{a^2 b^4} + 3 a^2 \sqrt[6]{a b^5} + a^3 b$$

$$x^2 = a \sqrt[6]{a^4 b^2} + 2 a \sqrt[6]{a^3 b^3} + a \sqrt[6]{a^2 b^4},$$

$$x = \sqrt[6]{a^5 b} + \sqrt[6]{a^4 b^2}.$$

V I I.^e D E G R É.

$$\begin{aligned}
 x^7 &= a^6 b + 7 a^5 b \sqrt[3]{a^6 b} + 21 a^5 b \sqrt[3]{a^5 b^2} + 35 a^5 b \sqrt[3]{a^4 b^3} \\
 &\quad + 35 a^5 b \sqrt[3]{a^2 b^4} + 21 a^5 b \sqrt[3]{a b^5} + 7 a^5 b \sqrt[3]{a b^6} + a^5 b^2 \\
 x^3 &= a^2 \sqrt[3]{a^4 b^3} + 3 a^2 \sqrt[3]{a^3 b^4} + 3 a^2 \sqrt[3]{a^2 b^5} + a^2 \sqrt[3]{a b^6} \\
 x^2 &= a \sqrt[3]{a^5 b^2} + 2 a \sqrt[3]{a^4 b^3} + a \sqrt[3]{a^3 b^4} \\
 x &= \sqrt[3]{a^6 b} + \sqrt[3]{a^5 b^2}, \\
 &\text{&c.}
 \end{aligned}$$

Je multiplie dans chaque degré les deuxième, troisième, quatrième, cinquième, &c. équations par $m, n, p, q,$ &c. & par des puissances de a & de b propres à donner aux radicaux le même coefficient en a & b , que dans la première de ces équations; enfin j'ajoute toutes les équations relatives au même degré, & j'ai

I I I.^e D E G R É.

$$\begin{aligned}
 x^3 + m a b x &= a^2 b + 3 a b \sqrt[3]{a^4 b} + 3 a b \sqrt[3]{a^3 b^2} \\
 &\quad + a b^2 + m a b \sqrt[3]{a b} + m a b \sqrt[3]{a b^2}
 \end{aligned}$$

I V.^e D E G R É.

$$\begin{aligned}
 x^4 + m a b x^2 + n a^2 b x &= a^3 b + 4 a^2 b \sqrt[4]{a^2 b} \\
 &\quad + a^2 b^2 + n a b \sqrt[4]{a b} \\
 &\quad + m a b^2 \\
 &\quad + 6 a^2 b \sqrt[4]{a^2 b^2} + 4 a^2 b \sqrt[4]{a b^3} \\
 &\quad + m a^2 b \sqrt[4]{a^2 b^3} + 2 m a^2 b \sqrt[4]{a b^3} \\
 &\quad + n a^2 b \sqrt[4]{a^2 b^2}.
 \end{aligned}$$

V.^e D E G R É.

$$\begin{aligned}
 x^5 + m a^2 b x^2 + n a^3 b x &= a^4 b + 5 a^3 b \sqrt[5]{a^4 b} \\
 &\quad + a^3 b^2 + n a b \sqrt[5]{a b} \\
 &\quad + 10 a^3 b \sqrt[5]{a^3 b^2} + 10 a^3 b \sqrt[5]{a^2 b^3} + 5 a^3 b \sqrt[5]{a b^4} \\
 &\quad + m a^3 b \sqrt[5]{a b^4} + 2 m a^3 b \sqrt[5]{a b^3} + m a b \sqrt[5]{a b^4} \\
 &\quad + n a^3 b \sqrt[5]{a^3 b^2}.
 \end{aligned}$$

V I. D E G R É.

$$x' + ma'bx^2 + na'bx^2 + pa'bx = a^3b + 6a^3b \sqrt[6]{a^3b} \\ + a^3b^2 + pa^3b \sqrt[6]{a^3b} \\ + ma^3b^2$$

$$+ 15a^3b \sqrt[6]{a^3b^2} + 20a^3b \sqrt[6]{a^3b^3} + 15a^3b \sqrt[6]{a^3b^4} + 6a^3b \sqrt[6]{a^3b^5} \\ + na^3b \sqrt[6]{a^3b^2} + ma^3b \sqrt[6]{a^3b^3} + 3ma^3b \sqrt[6]{a^3b^4} + 3ma^3b \sqrt[6]{a^3b^5} \\ + pa^3b \sqrt[6]{a^3b^2} + 2ma^3b \sqrt[6]{a^3b^3} + na^3b \sqrt[6]{a^3b^4}.$$

V I I. D E G R É.

$$x' + ma'bx^3 + na'bx^3 + pa'bx = a^6b + 7a^6b \sqrt[7]{a^6b} + 21a^6b \sqrt[7]{a^6b^2} \\ + a^6b^2 + ma^6b \sqrt[7]{a^6b} + na^6b \sqrt[7]{a^6b^2} \\ + pa^6b \sqrt[7]{a^6b^2}$$

$$+ 35a^6b \sqrt[7]{a^6b^3} + 35a^6b \sqrt[7]{a^6b^4} + 21a^6b \sqrt[7]{a^6b^5} + 7a^6b \sqrt[7]{a^6b^6} \\ + ma^6b \sqrt[7]{a^6b^3} + 3ma^6b \sqrt[7]{a^6b^4} + 3ma^6b \sqrt[7]{a^6b^5} + ma^6b \sqrt[7]{a^6b^6} \\ + 2na^6b \sqrt[7]{a^6b^3} + na^6b \sqrt[7]{a^6b^4}.$$

Maintenant s'il est possible de résoudre ces équations par la substitution que nous avons faite, il faut que tous les radicaux puissent se détruire; c'est pourquoi je suppose

I I I. D E G R É.

$$3 + m = 0, \text{ ou } m = -3.$$

I V. D E G R É.

$$\left. \begin{array}{l} 4 + 2m = 0, \text{ ou } m = -2 \\ 6 + m + n = 0, \text{ ou } n = -4 \end{array} \right\} \text{ce qui satisfait à la 3.}^{\text{e}} \text{ équation.}$$

V. D E G R É.

$$m + 5 = 0, \text{ ou } m = -5, \text{ ce qui satisfait à la 2.}^{\text{e}} \text{ équation.}$$

$$n + m + 10 = 0, \text{ ou } n = -5, \text{ ce qui satisfait à la 4.}^{\text{e}}$$

V I.^e D E G R É.

$$6 + 3m = 0, \text{ ou } m = -2.$$

$$15 + 3m + n = 0, \text{ ou } n = -9, \text{ ce qui satisfait à la 3.^e équation.}$$

$$15 + n + p = 0, \text{ ou } p = -6, \text{ ce qui satisfait à la 5.^e équation.}$$

V I I.^e D E G R É.

$$7 + m = 0, \text{ ou } m = -7, \text{ ce qui satisfait à la 2.^e équation.}$$

$$35 + 3m + n = 0, \text{ ou } n = -14, \text{ ce qui satisfait à la 4.^e équation.}$$

$$21 + n + p = 0, \text{ ou } p = -7, \text{ ce qui satisfait à la 6.^e équation.}$$

donc les équations que nous traitons deviendront

$$x^3 - 3abx - a^2b - ab^2 = 0,$$

$$x^4 - 2abx^2 - 4a^2bx - a^3b + a^2b^2 = 0,$$

$$x^5 - 5a^2bx^2 - 5a^3bx - a^4b - a^3b^2 = 0,$$

$$x^6 - 2a^2bx^3 - 9a^3bx^2 - 6a^4bx - a^5b + a^4b^2 = 0,$$

$$x^7 - 7a^3bx^3 - 14a^4bx^2 - 7a^5bx - a^6b - a^5b^2 = 0.$$

ou en général,

$$(H) x^n = a^{n-1}b \pm a^{n-2}b^2 + n \cdot a^{n-3}bx + n \cdot \frac{n-1}{2} a^{n-4}bx^2 \\ + n \cdot \frac{n-4}{2} \cdot \frac{n-5}{3} a^{n-4}bx^3 + n \cdot \frac{n-5}{2} \cdot \frac{n-6}{3} \cdot \frac{n-7}{4} a^{n-5}bx^4 \\ + n \cdot \frac{n-6}{2} \cdot \frac{n-7}{3} \cdot \frac{n-8}{4} \cdot \frac{n-9}{5} a^{n-6}bx^5 + \text{etc.}$$

suite qu'on doit pousser seulement jusqu'au terme dont le coefficient devient zéro, & dans laquelle le signe $+$ du terme $a^{n-2}b^2$ est pour les degrés impairs, & le signe $-$ pour les degrés pairs; donc toute équation qui pourra se rapporter à cette dernière, sera résoluble en faisant $x = \sqrt[n]{a^{n-1}b} \pm \sqrt[n]{a^{n-2}b^2}$. Pour trouver les équations qui peuvent s'y rapporter, il n'y a qu'à comparer l'équation (H) à l'équation (A) (n. 16.)

(24.) Quant aux autres racines de l'équation (H), voici comment on les obtiendra: on remarquera que $\sqrt[n]{a^{n-1}b}$ & $\sqrt[n]{a^{n-2}b^2}$ sont les deux premières de $n - 1$, moyennes proportionnelles qu'on prendroit entre a & b ; or on sait que

si on nomme u & z ces deux moyennes proportionnelles, on aura $u^n = a^{n-1}b$ & $az = uu$. Ainsi on peut regarder l'équation H comme résultante de la comparaison de ces trois équations $u^n = a^{n-1}b$, $az = uu$ & $x = u + z$; or il n'y a aucune raison de prendre plutôt une racine que l'autre dans l'équation $u^n = a^{n-1}b$; donc puisque cette équation a n racines, en employant successivement ces n valeurs, & les substituant dans l'équation $az = uu$, on aura les n valeurs de z correspondantes, & par conséquent les n valeurs de x , en substituant dans $x = u + z$.

(25.) On s'y prendra de la même manière pour avoir les équations dont la racine peut être exprimée généralement par $x = \sqrt[n]{a^{n-2}b^2} + \sqrt[n]{a^{n-1}b}$; & pour savoir les puissances de x qu'on doit y admettre, on se réglera sur la puissance n , dans laquelle on remarquera que tous les radicaux seront multipliés par $a^{n-1}b$; c'est pourquoi on rejettera dans les puissances de x inférieures à n , celles qui auront b pour multiplicateur d'un radical, parce qu'en multipliant comme ci-dessus ces termes par b & par une puissance de a , on auroit des termes multipliés par b qui ne pourroient être comparés à aucun terme de la puissance n . On trouvera en partant du cinquième degré, cette suite d'équations,

$$x^5 - 5abx^3 + 5a^2b^2x - a^2b^2 - a^2b^3 = 0,$$

$$x^6 - 3abx^4 - 2abx^3 + 3a^2bx^2 - 6a^2b^2x + a^4b^2 - a^4b^3 = 0,$$

$$x^7 - 7a^2bx^5 - 7a^3b^2x^4 + 7a^4b^3x^3 - a^4b^2 - a^4b^3 = 0,$$

$$x^8 - 8a^3bx^6 - 2a^4bx^5 + 12a^5b^2x^4 - 8a^6b^3x^3 + a^6b^2 - a^6b^3 = 0,$$

$$x^9 - 3a^2bx^7 - 9a^3bx^6 + 3a^4b^2x^5 + 8a^5b^3x^4 + 9a^6b^4x^3 - a^6b^2 - a^6b^3 = 0,$$

dans lesquelles les coefficients suivent une loi moins uniforme que dans les précédentes, & que nous exposerons ailleurs.

(26.) A l'égard des équations dont la racine pourroit être exprimée par $\sqrt[n]{a^{n-3}b^3} + \sqrt[n]{a^{n-4}b^4}$, ou en général par $\sqrt[n]{a^{n-m}b^m} + \sqrt[n]{a^{n-m-1}b^{m+1}}$, on voit par ce que nous venons de dire dans les deux cas précédens, que les radicaux qui entreront dans la puissance n de x , seront tous multipliés

par $a^{n-m-1}b^m$, & qu'ainsi il faudra rejeter, dans la recherche des puissances de x qui doivent entrer dans l'équation, celles qui auroient pour multiplicateur d'un radical la quantité b^m , par la même raison que nous avons donnée ci-dessus. Au reste, dans tout ceci je suppose que $n - m$ est plus grand que m ; cela auroit lieu également si $n - m$ étoit plus petit que m ; mais en appliquant à a ce que nous disons de b , & à b ce que nous disons de a , il est facile de voir qu'il est inutile de chercher de nouvelles formules dans ce cas; les équations qu'on trouveroit ne différeroient de celles qu'on trouve dans le premier cas, qu'en ce que b y tiendrait la place de a , & a celle de b ; en effet, on voit aisément que l'équation qui donnera pour valeur $x = \sqrt[n]{ab^2} + \sqrt[n]{a^2b}$ ne peut différer autrement de celle qui donneroit $x = \sqrt[n]{a^2b^3} + \sqrt[n]{a^3b^2}$.

(27.) Voyons maintenant ce que donneroit
 $x = \sqrt[n]{a^{n-1}b} + \sqrt[n]{a^{n-3}b^3}$.

Supposons successivement $x = \sqrt[4]{a^3b} + \sqrt[4]{ab^3}$,
 $x = \sqrt[5]{a^4b} + \sqrt[5]{a^2b^3}$, $x = \sqrt[6]{a^5b} + \sqrt[6]{a^3b^3}$,
 $x = \sqrt[7]{a^6b} + \sqrt[7]{a^4b^3}$, nous aurons

$$IV^e \quad D \ E \ G \ R \ E.$$

$x^4 = a^3b + 4a^2b\sqrt[4]{a^2b^2} + 6a^2b^2 + 4ab^2\sqrt[4]{a^2b^2} + ab^3$,
 $max^2 = ma^2b\sqrt[4]{a^2b^2} + 2ma^2b^2 + ma^2b^2\sqrt[4]{a^2b^2}$, où il est évident qu'il n'y a pas d'autres puissances de x à admettre.

$$V^e \quad D \ E \ G \ R \ E.$$

$x^5 = a^4b + 10a^3b^2\sqrt[5]{a^4b} + 5a^3b^2\sqrt[5]{a^4b^3} + 5a^2b^2\sqrt[5]{a^3b^3} + 10a^3b^2\sqrt[5]{ab^4} + a^4b^2$,
 $max^3 = \dots\dots\dots 3ma^3b^3\sqrt[5]{a^3b^3} + na^3b^3\sqrt[5]{a^3b^3} + ma^3b^3\sqrt[5]{a^3b^3} + 3ma^3b^3$,
 $na^2bx^2 = \dots\dots na^2b^2\sqrt[5]{a^4b} + na^2b^2\sqrt[5]{a^3b^3} + \dots\dots\dots 2na^3b^2\sqrt[5]{a^4b^3}$,
 $pa^2bx = \dots\dots pa^2b^2\sqrt[5]{a^4b} \dots\dots\dots + pa^2b^2\sqrt[5]{a^3b^3}$,
 $qa^2bx = \dots\dots qa^2b^2\sqrt[5]{a^4b} \dots\dots\dots + qa^2b^2\sqrt[5]{a^3b^3}$.

V I.° D E G R É.

$$\begin{aligned}
x' &= a^4b + 6a^4b^2\sqrt{a^4b^3} + 15a^4b^3\sqrt{a^4b^4} + 20a^4b^4\sqrt{a^4b^5} + 15a^4b^5\sqrt{a^4b^6} + 6a^4b^6\sqrt{a^4b^7} + a^4b^7 \\
m a^4b^4 &= \dots \dots \dots m a^4b^4\sqrt{a^4b^4} + 4m a^4b^5\sqrt{a^4b^5} + 6m a^4b^6\sqrt{a^4b^6} + 4m a^4b^7\sqrt{a^4b^7} + m a^4b^8 \\
n a^4b^5 &= n a^4b^5\sqrt{a^4b^5} + 3n a^4b^6\sqrt{a^4b^6} + 3n a^4b^7\sqrt{a^4b^7} + n a^4b^8\sqrt{a^4b^8} \\
p a^4b^6 &= p a^4b^6\sqrt{a^4b^6} + 2p a^4b^7\sqrt{a^4b^7} + p a^4b^8 \\
q a^4b^7 &= q a^4b^7\sqrt{a^4b^7} + 2q a^4b^8\sqrt{a^4b^8} + q a^4b^9 \\
r a^4b^8 &= r a^4b^8\sqrt{a^4b^8} + s a^4b^9\sqrt{a^4b^9} \\
t a^4b^9 &= t a^4b^9\sqrt{a^4b^9} + u a^4b^{10}\sqrt{a^4b^{10}}
\end{aligned}$$

V I I.° D E G R É.

$$\begin{aligned}
&= a^4b + 7a^4b^2\sqrt{a^4b^3} + 21a^4b^3\sqrt{a^4b^4} + 35a^4b^4\sqrt{a^4b^5} + 35a^4b^5\sqrt{a^4b^6} + 21a^4b^6\sqrt{a^4b^7} + 7a^4b^7\sqrt{a^4b^8} + a^4b^8 \\
&= m a^4b^4\sqrt{a^4b^4} + 4m a^4b^5\sqrt{a^4b^5} + 6m a^4b^6\sqrt{a^4b^6} + 4m a^4b^7\sqrt{a^4b^7} + m a^4b^8\sqrt{a^4b^8} \\
&= n a^4b^5\sqrt{a^4b^5} + 3n a^4b^6\sqrt{a^4b^6} + 3n a^4b^7\sqrt{a^4b^7} + n a^4b^8\sqrt{a^4b^8} \\
&= t a^4b^9\sqrt{a^4b^9} + 2t a^4b^{10}\sqrt{a^4b^{10}} + t a^4b^{11}\sqrt{a^4b^{11}} \\
&= p a^4b^{12}\sqrt{a^4b^{12}} + 2p a^4b^{13}\sqrt{a^4b^{13}} + p a^4b^{14}\sqrt{a^4b^{14}} \\
&= q a^4b^{15}\sqrt{a^4b^{15}} + q a^4b^{16}\sqrt{a^4b^{16}} \\
&= r a^4b^{17}\sqrt{a^4b^{17}} + r a^4b^{18}\sqrt{a^4b^{18}}
\end{aligned}$$

Donc ,

I V.° D E G R É.

$m + 4 = 0$, ou $m = -4$, ce qui satisfait à tout ;
 & par conséquent, $x^4 - 4abx^2 + 2a^2b^2 - a^3b - ab^3 = 0$.

V.° D E G R É.

$$\left. \begin{aligned} q &= 0 \\ p + n + 10 &= 0 \\ m &= 0 \\ n + 5 &= 0 \\ p + 5 &= 0 \\ 2n + 10 &= 0 \end{aligned} \right\} \text{d'où} \left\{ \begin{aligned} m &= 0 \\ n &= -5 \\ p &= -5 \\ q &= 0 \end{aligned} \right.$$

& par conséquent, $x^5 - 5a^2bx^2 - 5a^2b^2x - a^4b - a^3b^2 = 0$.

V I.° DEGRÉ.

VI. DEGRÉ.

$$\begin{aligned}
 s &= 0, \quad 3n + t = 0, \quad 6 + p = 0, \\
 15 + 6m + q &= 0, \quad n + s = 0, \quad n + t = 0, \\
 15 + m + 2p &= 0, \quad 6 + 4m + 2q = 0, \\
 3n &= 0; \text{ d'où } m = -3, \quad n = 0, \quad p = -6, \\
 q &= 3, \quad s = 0, \quad t = 0.
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Donc } x^6 &= 3abx^4 - 6a^3bx^2 - a^5b = 0 \\
 &\quad + 3a^4b^2x - 2a^4b^2 \\
 &\quad \quad \quad - a^3b^3
 \end{aligned}$$

VII. DEGRÉ.

$$\begin{aligned}
 6m + r + 35 &= 0, \quad q = 0, \quad t + 7 = 0; \\
 n + p &= 0, \quad n + q = 0, \quad r + 4m + 21 = 0, \\
 21 + m + 21 &= 0, \quad 2p = 0, \quad m + 7 = 0, \\
 3n &= 0, \quad t + 4m + 35 = 0, \quad p = 0; \text{ d'où } \\
 m &= -7, \quad n = 0, \quad p = 0, \quad q = 0, \quad r = 7, \quad t = -7. \\
 \text{Donc } x^7 &= 7a^2bx^5 - 7a^4bx^3 + 7a^4b^2x^2 - a^6 - a^4b^2 = 0.
 \end{aligned}$$

(28.) On s'y prendra de même pour trouver les équations dont la résolution dépend de $\sqrt[n]{a^{n-2}b^2} + \sqrt[n]{a^{n-4}b^4}$, & en général, celles dont la résolution dépend de la somme de deux radicaux quelconques $\sqrt[n]{a^{n-m}b^m} + \sqrt[n]{a^{n-p}b^p}$.

(29.) On suivra une méthode analogue pour trouver les équations dont la résolution dépend de la somme de trois, de quatre, cinq, &c. radicaux: nous allons en donner des exemples sur le cinquième degré pour la somme de trois radicaux; on en a déjà eu un ci-dessus dans les équations du quatrième degré. Les deux que nous allons voir, seront propres à faire connoître qu'il importe peu dans quel ordre on prenne ces radicaux, pourvu qu'ils soient termes de la progression $\sqrt[n]{a^{n-1}b} + \sqrt[n]{a^{n-2}b^2} + \sqrt[n]{a^{n-3}b^3} + \dots, \sqrt[n]{ab^{n-1}}$.

$$\text{Soit donc } \begin{cases} x = \sqrt[5]{a^4b} + \sqrt[5]{a^3b^2} + \sqrt[5]{a^2b^3} \\ x = \sqrt[5]{a^3b} + \sqrt[5]{a^2b^2} + \sqrt[5]{ab^3} \end{cases}$$

Mém. 1762.

E

42 MÉMOIRES DE L'ACADÉMIE ROYALE
on aura dans le premier cas,

$$x^3 = a^4b + 5a^3b\sqrt{a^4b} + 15a^2b^2\sqrt{a^3b^2} + 30a^2b^2\sqrt{a^3b^2} + 45a^2b^2\sqrt{ab^4} + 51a^2b^2 + 15a^2b^2 \\ + 45a^2b^2\sqrt{a^4b} + 30a^2b^2\sqrt{a^3b^2} + 15a^2b^2\sqrt{a^3b^2} + 5a^2b^2\sqrt{ab^4}$$

$$pabx^3 = 7na^2b^2\sqrt{a^4b} + 6ma^2b^2\sqrt{a^3b^2} + 3ma^2b^2\sqrt{a^3b^2} + 3ma^2b^2\sqrt{ab^4} + 6ma^2b^2 \\ + ma^2b^2\sqrt{a^3b^2} + ma^2b^2\sqrt{ab^4}$$

$$na^2bx^3 = na^2b^2\sqrt{a^4b} + na^2b^2\sqrt{a^3b^2} + 2na^2b^2\sqrt{a^3b^2} + 3na^2b^2\sqrt{ab^4} + 2na^2b^2$$

$$pa^2bx^3 = pa^2b^2\sqrt{a^4b} + pa^2b^2\sqrt{a^3b^2} + pa^2b^2\sqrt{a^3b^2}$$

$$qa^2bx^3 = qa^2b^2\sqrt{a^4b} + qa^2b^2\sqrt{a^3b^2} + qa^2b^2\sqrt{a^3b^2}$$

dans le second cas,

$$x^3 = a^4b + 5a^3b\sqrt{a^4b} + 10a^3b\sqrt{a^3b^2} + 15a^2b^2\sqrt{a^3b^2} + 25a^2b^2\sqrt{ab^4} + 31a^2b^2 + 20a^2b^2 + a^2b^2 \\ + 30a^2b^2\sqrt{a^4b} + 35a^2b^2\sqrt{a^3b^2} + 30a^2b^2\sqrt{a^3b^2} + 20a^2b^2\sqrt{ab^4} \\ + 10a^2b^2\sqrt{a^4b} + 5ab^3\sqrt{a^3b^2} + 5ab^3\sqrt{a^3b^2}$$

$$pabx^3 = 4na^2b^2\sqrt{a^4b} + 6na^2b^2\sqrt{a^3b^2} + ma^2b^2\sqrt{a^3b^2} + 3ma^2b^2\sqrt{ab^4} + 3ma^2b^2 + 3ma^2b^2 \\ + ma^2b^2\sqrt{a^3b^2} + 3ma^2b^2\sqrt{a^3b^2} + 3ma^2b^2\sqrt{ab^4}$$

$$\left. \begin{aligned} na^2bx^3 \\ + sa^2bx^3 \end{aligned} \right\} = 2na^2b^2\sqrt{a^4b} + na^2b^2\sqrt{a^3b^2} + 2na^2b^2\sqrt{a^3b^2} + na^2b^2\sqrt{ab^4} + 2na^2b^2 + 2sa^2b^2 \\ + 2sa^2b^2\sqrt{a^4b} + sa^2b^2\sqrt{a^3b^2} + na^2b^2\sqrt{a^3b^2} + sa^2b^2\sqrt{ab^4} \\ + sa^2b^2\sqrt{a^3b^2} \\ + 2sa^2b^2\sqrt{a^3b^2}$$

$$\left. \begin{aligned} pa^2bx^3 \\ + qa^2bx^3 \\ + ra^2bx^3 \end{aligned} \right\} = pa^2b^2\sqrt{a^4b} + pa^2b^2\sqrt{a^3b^2} + \dots + pa^2b^2\sqrt{ab^4} \\ + qa^2b^2\sqrt{a^4b} + qa^2b^2\sqrt{a^3b^2} + \dots + qa^2b^2\sqrt{ab^4} \\ + ra^2b^2\sqrt{a^4b} + ra^2b^2\sqrt{a^3b^2} + \dots + ra^2b^2\sqrt{ab^4}$$

Donc, dans le premier cas, $p + 5 = 0$, $q + u + 7m + 45 = 0$,

$$p + u + 15 = 0, \quad q + 6m + 30 = 0,$$

$$p + 2u + m + 30 = 0, \quad q + 3m + 15 = 0,$$

$$3u + 3m + 45 = 0, \quad m + 5 = 0, \text{ d'où l'on}$$

$$\text{tire } m = -5, \quad u = -10, \quad p = -5, \quad q = 0;$$

& par conséquent,

$$x^3 = 5abx^3 - 10a^2bx^3 - 5a^2bx^3 - a^2b - a^3b^2 - a^2b^2 = 0.$$

Dans le second cas, $q + 5 = 0$, $r + 2s + 10 = 0$,
 $p + 2n + 4m + 30 = 0$, $q + n + 10 = 0$,
 $r + m + 5 = 0$, $p + s + 6m + 35 = 0$,
 $2n + m + 15 = 0$, $s + 5 = 0$, $2s + n + 3m + 30 = 0$,
 $q + n + 3m + 25 = 0$,
 $r = 0$, $p + s + 3m + 20 = 0$; d'où l'on tire
 $m = -5$, $n = -5$, $p = 0$, $q = -5$, $r = 0$,
 $s = -5$; & par conséquent,
 $x^5 - 5abx^4 - 5(a^2b + ab^2)x^3 - 5a^3bx^2 - a^4b - 6a^3b^2 + 5a^2b^3 - ab^4 = 0$;

(30.) On voit par les cas que nous avons examinés, que la méthode qu'on doit suivre pour trouver les équations dont la racine peut être exprimée par la somme de deux, trois, quatre, &c. radicaux du même degré, consiste 1.^o à prendre pour ces radicaux, deux, trois, quatre, &c. des moyennes proportionnelles (prises au nombre de $n - 1$, si l'équation est du degré n) entre deux quantités indéterminées a & b ; 2.^o à représenter l'équation cherchée sous cette forme générale
 $x^n + mabx^{n-2} + (pa^2b + qab^2)x^{n-3} + (ra^3b + sa^2b^2 + tab^3 + ub^4)x^{n-4} + (a'a^4b + b'a^3b^2 + c'a^2b^3 + d'ab^4)x^{n-5} + (e'a^5b + f'a^4b^2 + g'a^3b^3 + h'a^2b^4 + k'ab^5)x^{n-6}$ &c.
 3.^o à substituer dans cette équation, au lieu de x , la somme des radicaux qu'on suppose en être la valeur; 4.^o enfin, à évaluer à zéro la somme des fonctions semblables de a & b , qui affectent les radicaux semblables.

R E M A R Q U E I.^{re}

(31.) Parmi les équations dont la racine peut être exprimée par la somme de deux radicaux, il s'en trouve une classe qui mérite un examen particulier; ce sont celles dans lesquelles la valeur de x seroit représentée par la somme de deux moyennes proportionnelles également éloignées des deux extrêmes. La racine de ces sortes d'équations peut être représentée généra-

lement par $x = \sqrt[n]{a^{n-m}b^m} + \sqrt[n]{a^n b^{n-m}}$; on pourroit d'abord croire qu'il en feroit des équations qui peuvent avoir cette racine, comme de celles qui auroient pour racine $\sqrt[n]{a^{n-m}b^m} + \sqrt[n]{a^{n-r}b^r}$, c'est-à-dire, que suivant les différentes valeurs qu'on donneroit à m , on auroit différentes équations; mais dans ce cas-ci, cela n'arrive point: c'est ce dont on peut s'assurer en suivant la même méthode que ci-dessus. On trouvera, en elevant l'équation $x = \sqrt[n]{a^{n-m}b^m} + \sqrt[n]{a^n b^{n-m}}$ à ses puissances successives depuis n jusqu'à 0, qu'il n'y a d'admissibles dans l'équation que les puissances n , $n-2$, $n-4$, $n-6$, &c. & que les coefficients successifs doivent être nab , $n \cdot \frac{n-3}{2} a^2 b^2$, $n \cdot \frac{n-4}{2} \cdot \frac{n-5}{3} a^3 b^3$, $n \cdot \frac{n-5}{2} \cdot \frac{n-6}{3} \cdot \frac{n-7}{4} a^4 b^4$, &c. avec les signes $+$ & $-$ alternativement, en sorte que l'équation résultante est absolument indépendante de m , excepté dans la valeur du dernier terme. Cette équation est $x^n - nabx^{n-2} + n \cdot \frac{n-3}{2} a^2 b^2 x^{n-4} - n \cdot \frac{n-5}{2} \cdot \frac{n-6}{3} a^3 b^3 x^{n-6} + \&c. = a^{n-m} b^m - a^m b^{n-m} = 0$. Or dans cette équation les coefficients de tous les termes, excepté le dernier, sont des fonctions de celui du second; donc la valeur de x ne peut être qu'une fonction du dernier terme & du coefficient du second. Soit donc fait $-nab = p$, & $-a^{n-m}b^m - a^m b^{n-m} = q$, & supposons n & m tous deux impairs, on aura par un calcul facile $b^{n-2m} = \frac{n^{\frac{n}{2}} q}{2 p^{\frac{n}{2}}} \pm \sqrt{\left(\frac{n^{\frac{n}{2}} q^2}{4 p^{\frac{n}{2}}}\right) + \frac{p^{n-\frac{n}{2}}}{n^{\frac{n}{2}-2m}}}$, & $a^{n-2m} = \frac{n^{\frac{n}{2}} q}{2 p^{\frac{n}{2}}} \mp \sqrt{\left(\frac{n^{\frac{n}{2}} q^2}{4 p^{\frac{n}{2}}}\right) + \frac{p^{n-\frac{n}{2}}}{n^{\frac{n}{2}-2m}}}$; & par conséquent, $x = \sqrt[n]{\left(\frac{-q}{2} \mp \sqrt{\left(\frac{1}{4} q^2 + \frac{p^n}{n^{\frac{n}{2}}}\right)}\right) + \sqrt[n]{\left(\frac{-q}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{1}{4} q^2 + \frac{p^n}{n^{\frac{n}{2}}}\right)}\right)}}$, c'est-à-dire, que x ne dépend nullement de m .

Si n & m , au lieu d'être tous deux impairs, étoient ou tous deux pairs, ou l'un impair & l'autre pair, on démontreroit aussi aisément que la valeur de x ne dépend point de m .

(32.) On voit donc qu'il n'y a dans chaque degré qu'une seule classe d'équations, dont la racine puisse être exprimée par la somme de deux radicaux du même degré, lorsque ces radicaux sont deux termes également éloignés des extrêmes de la progression que forment les moyennes proportionnelles prises au nombre de $n - 1$ entre deux quantités a & b . Cette classe d'équations est celle qu'ont traitée M.^{rs} de Moivre & Euler. Il n'en est pas de même lorsqu'on fait x égal à la somme de deux autres, ou de trois, ou de quatre, &c. termes de cette même progression, parce que, comme on le voit par ce qui précède, les coefficients des différens termes ne sont pas des fonctions de celui du second, mais des fonctions des deux termes qui se trouvent les premiers après x^n .

Ainsi dans le sixième degré, par exemple, en supposant successivement $x \equiv \sqrt[6]{a^5b} + \sqrt[6]{a^4b^2}$, $x \equiv \sqrt[6]{a^4b^2} + \sqrt[6]{a^3b^3}$, $x \equiv \sqrt[6]{a^3b^3} + \sqrt[6]{a^2b^4}$, nous avons trouvé (23 & suiv.) les trois équations suivantes :

$$\begin{aligned} x^6 - 2a^5bx^3 - 9a^4bx^2 - a^5b + a^4b^2 &= 0 \\ x^6 - 3abx^4 - 2a^2bx^3 + 3a^2bx^2 - 6a^4b^2x + a^4b^2 - a^5b^3 &= 0 \\ x^6 - 3abx^4 - 6a^3bx^2 - a^5b & \\ \quad + 3a^2bx^2 - 2a^4b^2 & \\ \quad - a^5b^3 & \end{aligned} \left. \vphantom{\begin{aligned} x^6 - 2a^5bx^3 - 9a^4bx^2 - a^5b + a^4b^2 \\ x^6 - 3abx^4 - 2a^2bx^3 + 3a^2bx^2 - 6a^4b^2x + a^4b^2 - a^5b^3 \\ x^6 - 3abx^4 - 6a^3bx^2 - a^5b \\ \quad + 3a^2bx^2 - 2a^4b^2 \\ \quad - a^5b^3 \end{aligned}} \right\} = 0$$

équations qui sont évidemment très-différentes.

(34.) Il n'en faut pourtant pas conclure que toute combinaison des radicaux deux à deux, autre que de deux radicaux également éloignés des extrêmes, donnera une équation différente; nous avons vu (26), que deux combinaisons, dans lesquelles il n'y a d'autre changement à faire pour les rendre les mêmes, que de mettre a pour b & b pour a , conduiroient à la même équation. La même chose peut arriver encore dans quelques équations; mais cela dépend du degré

& ne forme point une exception générale comme le cas des radicaux également éloignés des extrêmes, & le dernier dont nous venons de parler.

R E M A R Q U E I I I.^{me}

(34.) Nous avons dit (12) que dans plusieurs équations résolubles par la somme de plusieurs radicaux du même degré, les valeurs des indéterminées affectées de ces radicaux ne dépendoient que du premier degré: la première & la seconde des trois équations du sixième degré que nous venons de rapporter, sont dans ce cas.

En effet, si on fait dans la première, par exemple, $-2a^2b = p$, $-9a^3b = q$, on aura $a = \frac{2q}{9p}$ & $b = \frac{81p^3}{8q^4}$; ainsi l'équation $x^6 + px^3 + qx + r = 0$, a pour racine $x = \sqrt[6]{a^3b} + \sqrt[6]{a^4b^2}$, a & b dépendant d'une équation du premier degré, toutes les fois que r sera égal à ce que devient $a^3b^2 - a^4b$, en mettant pour a & b les valeurs que nous venons de leur trouver.

R E M A R Q U E I I I.^{me}

(35.) Examinons maintenant les cas irréductibles dans lesquels nos équations tombent, lorsque a & b dépendent d'une équation du second degré.

Nous avons vu (17) que lorsque la valeur de x dépendoit d'autant de radicaux moins un qu'il y a d'unités dans l'exposant du degré de l'équation, alors la valeur des quantités a & b , dont les puissances sont affectées de ces radicaux, se trouvoit par la ré-

$$\begin{aligned} \text{solution de l'équation } a^2 - \frac{q}{\frac{n-2}{3}p}a - \frac{r}{n \cdot \frac{n-1}{2}} &= 0, \text{ c'est à-dire,} \\ \text{qu'on avoit } a &= \frac{1}{2} \cdot \frac{q}{\frac{n-2}{3}p} + \sqrt{\left(\frac{1}{4} \cdot \frac{q^2}{\left(\frac{n-2}{3}\right)^2 p^2} + \frac{r}{n \cdot \frac{n-1}{2}} \right)} \\ \text{\& } b &= \frac{1}{2} \cdot \frac{q}{\frac{n-2}{3}p} - \sqrt{\left(\frac{1}{4} \cdot \frac{q^2}{\left(\frac{n-2}{3}\right)^2 p^2} + \frac{r}{n \cdot \frac{n-1}{2}} \right)}; \end{aligned}$$

d'où il est évident que si p est négatif, & tel que

$$\frac{1}{4} \cdot \frac{q^2}{\left(\frac{n-2}{3}\right)^2 p^2} < \frac{p}{n \cdot \frac{n-1}{2}}, a \text{ \& } b \text{ seront imaginaires, \& par}$$

conséquent aussi chacun des termes qui composent la valeur de x à l'exception de ceux qui sont des fonctions de a, b .

Cependant on auroit tort d'en conclure que la valeur de x est imaginaire ; au contraire, toutes les valeurs de x sont alors réelles ; nous allons le démontrer & assigner ces valeurs.

Rappelons-nous ce que nous avons démontré (*art. 20*), savoir, que toutes les valeurs de x s'obtiendront, à l'aide des deux équations

$$y = (\cos. 360^\circ \times \frac{m}{n} \pm \sqrt{-1} \sin. 360^\circ \times \frac{m}{n})^n \sqrt{\frac{a}{b}} \text{ \& } x = b(y^{n-1} + y^{n-2} + y^{n-3} + y^{n-4} + y^{n-5} + \dots y);$$

on voit que pour avoir toutes les valeurs de x , il ne s'agit que de substituer dans cette dernière équation au lieu de y , la valeur fournie par la première ; mais cette substitution, qui, si on la faisoit en suivant les règles communes, seroit fort longue, peut se faire très-commodément, à l'aide de la considération suivante.

Les Géomètres savent que le rayon d'un cercle étant 1,

$$\text{on a } \cos. 360^\circ \times \frac{m}{n} = \frac{e^{360^\circ \cdot \frac{m}{n} \sqrt{-1}} + e^{-360^\circ \cdot \frac{m}{n} \sqrt{-1}}}{2}$$

en prenant e pour le nombre, dont le logarithme est 1, &

$$\sin. 360^\circ \times \frac{m}{n} = \frac{e^{360^\circ \cdot \frac{m}{n} \sqrt{-1}} - e^{-360^\circ \cdot \frac{m}{n} \sqrt{-1}}}{2 \sqrt{-1}}$$

$$\text{donc } (\cos. 360^\circ \times \frac{m}{n} \pm \sqrt{-1} \sin. 360^\circ \times \frac{m}{n}) = e^{\pm 360^\circ \times \frac{m}{n} \sqrt{-1}}$$

& par conséquent

$$(\cos. 360^\circ \times \frac{m}{n} \pm \sqrt{-1} \sin. 360^\circ \times \frac{m}{n})^n = e^{\pm p \times 360^\circ \times \frac{m}{n} \sqrt{-1}}$$

donc on aura

$$x = b \sqrt[n]{\frac{a^{n-1}}{b^{n-1}}} c^{\pm 360^d m \cdot \frac{n-1}{n}} + \sqrt[n]{\frac{a^{n-2}}{b^{n-2}}} c^{\pm 360^d m \cdot \frac{n-2}{n}} \sqrt[n]{a} - \sqrt[n]{b} \\ \pm \sqrt[n]{\frac{a^{n-3}}{b^{n-3}}} c^{\pm 360^d m \cdot \frac{n-3}{n}} \sqrt[n]{a} \sqrt[n]{b} - 1 \dots + \sqrt[n]{\frac{a}{b}} c^{\pm 360^d m \cdot \frac{1}{n}} \sqrt[n]{a} - 1$$

mais $c^{\pm 360^d m \cdot \frac{1}{n}} \sqrt[n]{a} - 1 = \cos. 360^d m \cdot \frac{1}{n} \pm \sqrt[n]{a} - 1 \sin. 360^d m \cdot \frac{1}{n}$,

donc & en faisant passer b sous chacun des radicaux, il viendra

$$x = \sqrt[n]{a^{n-1} b} (\cos. 360^d m \cdot \frac{n-1}{n} \pm \sqrt[n]{a} - 1 \sin. 360^d m \cdot \frac{n-1}{n}) \\ + \sqrt[n]{a^{n-2} b^2} (\cos. 360^d m \cdot \frac{n-2}{n} \pm \sqrt[n]{a} - 1 \sin. 360^d m \cdot \frac{n-2}{n}) \\ + \sqrt[n]{a^{n-3} b^3} (\cos. 360^d m \cdot \frac{n-3}{n} \pm \sqrt[n]{a} - 1 \sin. 360^d m \cdot \frac{n-3}{n}) \\ + \sqrt[n]{a^{n-4} b^4} (\cos. 360^d m \cdot \frac{n-4}{n} \pm \sqrt[n]{a} - 1 \sin. 360^d m \cdot \frac{n-4}{n}) \\ + \dots \dots \dots \sqrt[n]{a b^{n-1}} (\cos. 360^d m \cdot \frac{1}{n} \pm \sqrt[n]{a} - 1 \sin. 360^d m \cdot \frac{1}{n})$$

Maintenant si on fait attention à la loi que suivent les termes de la série finie, qui exprime la valeur de x , on remarquera aisément que les angles, dont les sinus & co-sinus multiplient les radicaux extrêmes & les radicaux également éloignés des extrêmes, sont supplément l'un de l'autre à un nombre entier de fois la circonférence, puisque m marque toujours un nombre

entier, & que $\frac{n-1}{n} + \frac{1}{n}$, $\frac{n-2}{n} + \frac{2}{n}$, &c. font

chacun un nombre entier, donc & en se rappelant que le co-sinus de deux pareils arcs est le même & positif, & le sinus le même aussi, mais négatif pour l'un des deux, on aura

$$x = \cos. 360^d m \cdot \frac{n-1}{n} (\sqrt[n]{a^{n-1} b} + \sqrt[n]{a b^{n-1}}) + \sin. 360^d m \cdot \frac{n-1}{n} (\sqrt[n]{a^{n-1} b} - \sqrt[n]{a b^{n-1}}) \sqrt[n]{a} - 1 \\ + \cos. 360^d m \cdot \frac{n-2}{n} (\sqrt[n]{a^{n-2} b^2} + \sqrt[n]{a^2 b^{n-2}}) + \sin. 360^d m \cdot \frac{n-2}{n} (\sqrt[n]{a^{n-2} b^2} - \sqrt[n]{a^2 b^{n-2}}) \sqrt[n]{a} - 1 \\ + \cos. 360^d m \cdot \frac{n-3}{n} (\sqrt[n]{a^{n-3} b^3} + \sqrt[n]{a^3 b^{n-3}}) + \sin. 360^d m \cdot \frac{n-3}{n} (\sqrt[n]{a^{n-3} b^3} - \sqrt[n]{a^3 b^{n-3}}) \sqrt[n]{a} - 1 \\ \pm \dots$$

série dans laquelle, en comptant chaque ligne pour un terme, le nombre des termes doit être continué jusqu'au nombre

$\frac{n-1}{2}$ si n est impair, & jusqu'au nombre $\frac{n}{2}$ si n est pair, c'est-à-dire,

c'est-à-dire, par exemple, que dans le 3.^e degré, la première ligne seule suffira, dans le 4.^e les deux premières, dans le 5.^e les deux premières, dans le 6.^e les trois premières, & ainsi de suite; sur quoi seulement il faut observer que dans les degrés pairs on doit ne prendre que la moitié du dernier terme.

Cela posé, imaginons que l'on ait

$$\sqrt[n]{a^{n-1}b} + \sqrt[n]{ab^{n-1}} = 2\sqrt[n]{ab} \cdot \cos A;$$

A marquant un angle quelconque; en quarant, & retranchant de part & d'autre $\sqrt[n]{ab}$, on aura

$$\sqrt[n]{a^{n-1}b^2} - 2ab + b\sqrt[n]{a^2b^{n-2}} = 2ab \cos^2 A - 2ab = -2ab \sin^2 A.$$

donc, en tirant la racine quarrée, on aura

$$\sqrt[n]{a^{n-1}b} - \sqrt[n]{ab^{n-1}} = 2\sqrt[n]{ab} \sin A \cdot \sqrt{-1};$$

pareillement si on suppose

$$\sqrt[n]{a^{n-2}b^2} + \sqrt[n]{a^2b^{n-2}} = 2\sqrt[n]{ab} \cdot \cos B, \text{ on aura}$$

$$\sqrt[n]{a^{n-2}b^2} - \sqrt[n]{a^2b^{n-2}} = 2\sqrt[n]{ab} \sin B \cdot \sqrt{-1};$$

donc, à l'aide de ces remarques, on pourra exprimer x de la manière suivante :

$$\begin{aligned} x = & \cos. \left(360^\circ . m . \frac{n-1}{n} \cos. A \pm \sin. 360^\circ . m . \frac{n-1}{n} \sin. A \right) \times 2\sqrt[n]{ab} \\ & + \cos. \left(360^\circ . m . \frac{n-3}{n} \cos. B \pm \sin. 360^\circ . m . \frac{n-3}{n} \sin. B \right) \times 2\sqrt[n]{ab} \\ & + \cos. \left(360^\circ . m . \frac{n-5}{n} \cos. C \pm \sin. 360^\circ . m . \frac{n-5}{n} \sin. C \right) \times 2\sqrt[n]{ab} \\ & \text{--- \&c.} \end{aligned}$$

qu'on peut aisément réduire à celle qui suit, en se rappelant que $\cos. P \cos. Q \pm \sin. P \sin. Q = \cos. (P \mp Q)$,

$$x = 2\sqrt[n]{ab} \begin{cases} \cos. (A \mp 360^\circ . m . \frac{n-1}{n}) + \\ \cos. (B \pm 360^\circ . m . \frac{n-3}{n}) + \\ \cos. (C \pm 360^\circ . m . \frac{n-5}{n}) + \&c. \end{cases}$$

Déterminons à présent les angles A , B , C , &c. ou, ce qui revient au même, l'angle A & le rapport des angles B , C , &c. à cet angle.

Je reprends pour cet effet l'équation

$$\sqrt[n]{a^{n-1}b} + \sqrt[n]{ab^{n-1}} = 2\sqrt[n]{ab} \cdot \cos A, \text{ dans laquelle}$$

Mém. 1762.

G

je mets au lieu de $\cos. A$ la valeur $\frac{c^{A\sqrt{-1}} + c^{-A\sqrt{-1}}}{2}$, & j'ai $\sqrt[n]{a^{n-1}b} + \sqrt[n]{ab^{n-1}} = \sqrt[n]{ab} \cdot (c^{A\sqrt{-1}} + c^{-A\sqrt{-1}})$; mais suivant ce qui a été dit ci-dessus, on doit avoir aussi $\sqrt[n]{a^{n-1}b} - \sqrt[n]{ab^{n-1}} = 2\sqrt[n]{ab} \sin. A \cdot \sqrt{-1} = \sqrt[n]{ab}(c^{A\sqrt{-1}} - c^{-A\sqrt{-1}})$; donc $\sqrt[n]{a^{n-1}b} = \sqrt[n]{ab} \cdot c^{A\sqrt{-1}}$ & $\sqrt[n]{ab^{n-1}} = \sqrt[n]{ab} c^{-A\sqrt{-1}}$; donc $a^{n-1}b = \sqrt[n]{a^n b^n} c^{nA\sqrt{-1}}$ & $ab^{n-1} = \sqrt[n]{a^n b^n} c^{-nA\sqrt{-1}}$; donc $a^{n-1}b + ab^{n-1} = \sqrt[n]{a^n b^n} (c^{nA\sqrt{-1}} + c^{-nA\sqrt{-1}}) = 2\sqrt[n]{a^n b^n} \cos. nA$; donc, si on fait $nA = A'$, on aura $A = \frac{A'}{n}$, pareillement ayant fait $\sqrt[n]{a^{n-2}b^2} + \sqrt[n]{a^2b^{n-2}} = 2\sqrt[n]{ab} \cos. B$, & sachant qu'on a en conséquence de cette supposition $\sqrt[n]{a^{n-2}b^2} - \sqrt[n]{a^2b^{n-2}} = 2\sqrt[n]{ab} \sqrt{-1} \sin. B$, on trouvera de même $a^{n-2}b^2 = \sqrt[n]{a^n b^n} \times c^{nB\sqrt{-1}}$ & $a^2b^{n-2} = \sqrt[n]{a^n b^n} \cdot c^{-nB\sqrt{-1}}$; donc, & de ce qui précède, on conclura $\frac{a}{b} = c^{\frac{2nA}{n-2}\sqrt{-1}}$ & $\frac{a}{b} = c^{\frac{2nB}{n-2}\sqrt{-1}}$; donc $\frac{2nA}{n-2}\sqrt{-1} = \frac{2nB}{n-2}\sqrt{-1}$ ou $B = A \cdot \frac{n-4}{n-2} = \frac{A' \cdot n-4}{n \cdot (n-2)}$. Par un raisonnement & des opérations semblables, on trouvera $C = \frac{A'}{n} \cdot \frac{n-6}{n-2}$, $D = \frac{A'}{n} \cdot \frac{n-8}{n-2}$, &c. Donc enfin la valeur de x sera

$$(I) x = 2\sqrt[n]{ab} \begin{cases} \cos. \left(\frac{A'}{n} \pm 360^\circ \cdot m \cdot \frac{n-1}{n} \right) + \\ \cos. \left(\frac{A'}{n} \cdot \frac{n-4}{n-2} \pm 360^\circ \cdot m \cdot \frac{n-2}{n} \right) + \\ \cos. \left(\frac{A'}{n} \cdot \frac{n-6}{n-2} \pm 360^\circ \cdot m \cdot \frac{n-3}{n} \right) + \\ \cos. \left(\frac{A'}{n} \cdot \frac{n-8}{n-2} \pm 360^\circ \cdot m \cdot \frac{n-4}{n} \right) + \&c. \end{cases}$$

Si ab est négatif, ou ce qui revient au même, si p est positif,

& si p étant négatif est tel que $\frac{p}{n \cdot \frac{n-1}{2}}$ soit $< \frac{1}{4} \cdot \frac{q^2}{(\frac{n-2}{3})^2 p^2}$,

alors il faudra employer la formule (K) qui fera aisément connoître le nombre des racines réelles & le nombre des imaginaires; mais si p étant négatif est tel que $\frac{p}{n \cdot \frac{n-1}{2}} > \frac{\frac{1}{4} q^2}{(\frac{n-2}{3})^2 p^2}$,

alors il faudra employer la formule (I) sur laquelle il reste deux choses à démontrer; la première, que $\cos. \frac{A'}{n}$ est réel, ou que $\cos. A'$ est réel, & que $\cos. A'$ est < 1 .

Pour démontrer l'un & l'autre par un seul & même moyen, nous remarquerons que le rapport de l'angle $\frac{A'}{n}$ à chacun des angles de la série, étant connu & réel, si l'on démontre que l'un quelconque des cosinus de ces angles est réel, tous les autres le seront. Nous allons démontrer que le dernier de la série l'est. Lorsque n est impair, soit représenté cet angle par P , on aura $a^{\frac{n+1}{2}} b^{\frac{n-1}{2}} + a^{\frac{n-1}{2}} b^{\frac{n+1}{2}} = 2 \sqrt{a^n b^n} \cos. P$, ou $\frac{a+b}{2 \sqrt{ab}} = \cos. P$, ce qui démontre les deux choses à la fois. La première est évidente; la seconde le devient, en remarquant que de la supposition que $\frac{p}{n \cdot \frac{n-1}{2}} > \frac{\frac{1}{4} q^2}{(\frac{n-2}{3})^2 p^2}$ suit immédiatement $\frac{a+b}{2 \sqrt{ab}} < 1$. Comme cet angle est celui qui se détermine le plus commodément, on pourra l'employer pour déterminer tous les autres. Lorsque n est pair, la démonstration est la même, en prenant les deux termes voisins de celui du milieu.

R E M A R Q U E I V.^{ème}

(36.) Nous ne nous arrêterons pas à rechercher la valeur de x dans les cas irréductibles que peuvent donner les équations que nous avons exposées dans le Problème III, non

G ij

plus qu'à donner la formule générale de toutes les racines de ces équations; nous remettons ce Travail (qu'on peut d'ailleurs aisément déduire de ce qui précède) à un autre temps, où nous nous proposons de traiter cette matière d'une manière plus générale, en comprenant ces équations sous des formules générales, d'après lesquelles on puisse distinguer au premier coup d'œil si une équation proposée d'un degré quelconque est ou n'est pas dans le cas de celles que nous avons examinées dans ce Problème.

Nous réservons de même pour un autre Mémoire, la recherche des équations, dont la solution dépend du 4.^e degré, & qui forment encore une classe fort étendue, à laquelle nous a pareillement conduits l'équation $y = \frac{x+a}{x+b}$, que nous avons employée pour trouver celles dont la résolution dépendoit du second degré; mais en attendant, nous croyons pouvoir placer ici une manière de résoudre les équations du 4.^e degré, qui a quelque analogie avec celle que nous avons employée pour le troisième.

Je suppose donc $y^2 + b = 0$, & $y = \frac{x^2 + l}{x + f}$; de la comparaison de ces deux équations, je tire $x^4 + 2lx^2 + 2bf x + l^2 = 0$
 $+ bx^2 + bf^2$,
 dont la comparaison avec l'équation $x^4 + px^2 + qx + r = 0$ donne $b + 2l = p$, $2bf = q$, $bf^2 + l = r$; d'où l'on tire $b = p - 2l$, $l = \frac{2pf - q}{4f}$, & par conséquent $8qf^3 + (4p^2 - 16r)f^2 - 4p qf + qq = 0$; mais l'équation $y = \frac{x^2 + l}{x + f}$ donne

$$x = \frac{1}{2} y \pm \sqrt{\frac{1}{4} y^2 + fy + \frac{q - 2pf}{4f}},$$

d'où il est aisé d'avoir les quatre valeurs de x .



MÉMOIRE SUR L'OCRE.

Par M. GUETTARD.

L'OCRE, ainsi que le Tripoli sur lequel j'ai donné en 1755 un Mémoire, est une substance qui, à cause du fréquent usage qu'on en fait dans les Arts, a beaucoup attiré l'attention des Naturalistes & des Chimistes ; les recherches & les expériences des uns & des autres ont donné naissance à une variété de sentimens sur la nature de l'ocre, telle qu'on pourroit encore faire maintenant cette question : qu'est-ce que c'est que l'ocre ? Mais avant que de répondre à cette question & pour le faire plus sûrement, je crois qu'il convient d'examiner l'ocre encore placée dans la terre & en situation ; pour cet effet, je décrirai trois ocrières ; j'ai vu la première & l'ai décrite sur le lieu ; la description des deux autres m'a été communiquée par des personnes qui demeurent dans les endroits où ces ocrières sont ouvertes, & qui les ont décrites à ma réquisition.

La première, c'est-à-dire, celle que j'ai examinée, est située dans un fond des gâlines de la paroisse de Bitry, entre Saint-Amand, Saint-Verain & Argenou, endroits peu éloignés de Donzy en Nivernois * ; les trous qu'on ouvre dans ces gâlines pour en tirer l'ocre, n'ont au plus que trente pieds de profondeur sur sept à huit de largeur ; ils forment un carré ou un carré long, c'est-à-dire que depuis leur ouverture jusqu'au fond, leurs quatre côtés sont toujours coupés à angles droits, & que ces côtés sont toujours proportionnellement de la même longueur ; ils sont composés dans leur hauteur de trois banes de terres différentes qui précèdent l'ocre ; le premier est le moins épais, il fait le fond du terrain des gâlines, c'est un sable terreux, il peut avoir un pied ou deux de hauteur : au-dessous de ce banc en est placé un d'une glaise qui est d'un blanc cendré ou d'un bleuâtre tirant sur le noir ; les ouvriers appellent cette glaise,

* On tire encore de l'ocre à la Villotte près de Bitry.

terre à pot ; elle sert réellement à faire de la poterie ; les Potiers de Saint-Amand viennent souvent la chercher pour leurs ouvrages ; ce banc de glaise peut avoir dans un trou de trente pieds de profondeur, neuf à dix pieds d'épaisseur, c'est le tiers ou à peu près de la profondeur totale : après ce banc, il y en a un autre d'une glaise dont la couleur est d'un rouge tirant sur le violet ; il est tantôt plus violet que rouge, tantôt plus rouge que violet ; les ouvriers donnent à cette glaise le nom de terre rouge ; la hauteur du banc qu'elle forme est un peu moins grande que celui de la première glaise, cette différence peut aller à un pied ou deux de moins ; entre ce banc & celui de l'ocre on trouve un lit d'une espèce de grès jaune ou d'un brun jaunâtre ; ce lit est composé de deux ou trois couches de ce grès, elles ont au plus un pouce d'épaisseur chacune ; le banc d'ocre qui est dessous, est le plus considérable de tous, il est au moins du tiers de la hauteur du trou, & posé sur le sable qui en fait le fond.

Les ouvriers ne percent point ce sable, ils se contentent d'y creuser deux ou trois chambres immédiatement au-dessous de l'ocre ; ils continuent d'y travailler tant qu'un danger pressant ne les oblige point de cesser de miner ainsi sous terre ; quelquefois, sur-tout lorsque les années sont pluvieuses, le ciel de ces chambres courbe & les met dans le danger d'être ensevelis sous les éboulemens des terres ; les différens trous qu'on perce dans ce canton sont tous, ou à très-peu de chose près, ainsi composés. L'ocre est très-jaune lorsqu'on la tire de terre, elle est toujours alors un peu mouillée ; elle prend à sa superficie en se desséchant une couleur légèrement cendrée : pour l'avoir, les ouvriers percent les différens bancs de glaises & celui de l'ocre, en les fendant avec des coins de bois coniques, longs de plus d'un pied & pointus ; ils les font entrer à force de coups de maillet de bois, & enlèvent par ce moyen des quartiers assez considérables de ces terres ; l'ocre qui est ainsi coupée s'appelle *ocre en quartier* ; les petits morceaux qu'on ne peut guère s'empêcher de faire, se nomment *le menu*. L'ocre en quartier & le menu sont d'abord apportés du fond des chambres sur le plancher

du trou , & de-là sur ses bords où l'on sépare l'ocre des glaises qui peuvent y être restées attachées , & l'on garde séparément ces deux substances ; on en fait près des trous des tas ou des espèces de meules à peu près coniques ; ces meules par leur quantité font un effet assez singulier lorsqu'on les voit à une certaine distance ; la belle couleur jaune de cette terre leur donne un air d'une substance d'un prix infiniment plus grand que n'est celui de l'ocre.

Lorsqu'on a ainsi tiré une certaine quantité d'ocre , & qu'elle a commencé à se sécher , on la transporte dans des halles de trois à quatre pieds de longueur , sur une largeur à peu-près égale ; elles sont faites de poutres espacées de façon qu'elles laissent des jours entre elles ; le haut de cette espèce de cage est couvert en tuiles ou en chaume ; on y laisse l'ocre jusqu'à ce qu'elle soit bien desséchée ; on l'entonne alors dans de vieux fûts à vin , & on les arrange avec soin.

Voilà tout l'art qu'on emploie ordinairement dans l'exploitation de l'ocre jaune , lors sur-tout qu'on se propose de la vendre en gros ; les ouvriers donnent quelquefois une petite préparation à celle qui est pour vendre en détail ; ils en forment de petits pains quarrés ; à cet effet ils la paîtrissent comme l'on paîtrit la pâte ; ils nettoient pour cela une place proche des trous , & là ils étendent avec les pieds les quartiers d'ocre , qu'ils humectent avec l'eau qu'on tire des trous ; lorsqu'ils ont ainsi amollie l'ocre jusqu'à un certain degré , ils la jettent sur une espèce de table faite de quelques planches mobiles , portées sur des traverses attachées à quatre pieux qui sont plantés en terre , pour lors ils battent & broient l'ocre avec un gros bâton , ensuite ils en prennent avec une petite palette une certaine quantité , & en forment avec leurs mains des petits pains de quelques livres pesant , auxquels ils donnent une figure quarrée en frappant sur les surfaces du morceau qu'ils ont pris ; l'on fait ensuite sécher de nouveau ces pains , & on les entonne lorsqu'ils sont secs dans des fûts semblables à ceux dont on se sert pour l'ocre en quartiers.

On ne trouve pas dans l'ocrière de Bitry d'ocre naturelle-

ment rouge , celle qu'on en envoie est dûe à l'art ; cet art est encore des plus simples : on penseroit d'abord , lorsqu'on voit un trou de ces ocrières , que l'on fait l'ocre rouge avec la terre qui a cette couleur & qu'on tire de ce trou ; on s'imagineroit qu'il ne s'agiroit que de donner à cette terre les préparations qu'on donne à l'ocre jaune , mais cette ocre rouge n'est que l'ocre jaune qui a souffert une espèce de calcination.

Cette calcination se fait dans un fourneau semblable à ceux des tuileries , c'est-à-dire que c'est un quarré long , coupé vers le tiers de sa hauteur de plusieurs traverses de briques longitudinales , & par d'autres transversales posées à une certaine distance les unes des autres , & qui laissent ainsi des jours pour donner une issue à la flamme ; on pose sur cette espèce de foyer les quartiers d'ocre jaune ; on les y arrange en sautoir , de façon qu'ils laissent également des jours entr'eux pour faciliter le passage de la flamme qui s'échappe avec la fumée par les soupiraux ou cheminées qui sont pratiqués au haut du fourneau ; on remplit ainsi tout cet espace du fourneau ; l'on fait au-dessous un feu de bois qui dure trois jours de suite sans discontinuer ; il doit être modéré les deux premiers jours , on l'augmente considérablement le troisième ; l'ocre est alors devenue rouge ; si on la retiroit plus tôt elle ne seroit que d'un brun-roussâtre & plus dure que la rouge ; l'ocre ainsi calcinée s'entonne dans des fûts de même que la jaune , & se vend de même par tonneaux.

L'opération de la calcination de l'ocre jaune se fait probablement de la même façon dans les autres ocrières sur lesquelles j'ai quelques connoissances , je n'en ai point eu la description , mais celle des trous d'où l'on tire l'ocre ; ces ocrières sont celles de la paroisse de Saint-George-sur-la-Prée dans le Berry , & de la paroisse de Tannay proche Saint-Bouis-sous-Sancerre en Brie *. La paroisse de Saint-George-sur-la-Prée est située sur un coteau qui sert de rivage à la rivière de Cher ; cette

* La description de la première m'a été envoyée par M. *Pinault*, Curé de Saint-George-sur-la-Prée , qui l'avoit faite lui-même. Celle de la seconde , par M. *Gingne*, Curé de Saint-Bouis , qui l'avoit eue du propriétaire de l'ocrière.

élévation domine tout le pays des environs, & offre à tout ce canton, & sur-tout à l'ocrière, un coup d'œil des plus agréables. Les trous de l'ocrière sont ouverts sur une petite montagne; ils ont ordinairement cinquante à soixante pieds de profondeur sur quatre à cinq de largeur: on ouvre, en les faisant, quatre à cinq pieds de terre commune, quinze à seize pieds d'une terre argileuse mêlée de cailloutage; on trouve ensuite un banc de gros sable rouge, de l'épaisseur de trois à quatre pieds, qui est immédiatement suivi d'un massif de grès gris & luisant, de cinq à six pieds d'épaisseur, & quelquefois si dur, qu'on est obligé d'employer la poudre pour le rompre. Après ce massif, on perce une terre brune plus ferme & plus solide que l'argile; elle a d'épaisseur dix-huit à vingt pieds; elle change ensuite de couleur & est jaunâtre, le banc qu'elle forme a deux ou trois pieds d'épaisseur; sous ce banc est placé celui de l'ocre, qui s'étend au loin horizontalement; il n'est tout au plus épais que de huit à neuf pouces. On trouve immédiatement dessous l'ocre un sable passablement fin & luisant, dont on ne peut connoître la profondeur; ce qu'il y a de constant, c'est qu'on le creuse ordinairement de la hauteur d'un homme pour y faire des conduits & prendre l'ocre au dessus de la tête. L'ocre ne se trouve point par quartiers séparés, elle forme un lit continu dans toute sa longueur, & conserve presque par-tout son épaisseur; elle est tendre dans la mine & on la coupe aisément avec la bêche; elle est originairement d'un jaune foncé, mais elle pâlit un peu & durcit en séchant. L'ocre n'est point mêlée de glaise d'aucune couleur, mais s'il se fait des fentes dans sa largeur, il s'attache une petite quantité d'une matière blanche aux parois des deux parties séparées. Il ne se trouve aucuns cailloux dans le corps de l'ocre, mais une espèce de gravier de l'épaisseur de deux ou trois doigts tient à l'ocre par-dessous: il y a parmi ce gravier quelques petites pierres de la couleur de l'ocre, assez tendres & qui semblent se former par couches; elles sont ordinairement plates, on en rencontre rarement de rondes.

L'ocrière de Tannai en Brie, est ouverte dans une terre

Mem. 1762.

II

labourable; cette terre est maigre & a peu de consistance, elle forme le premier banc des puits dont on tire l'ocre, & elle peut avoir environ trois pieds d'épaisseur; sa couleur est blanchâtre: elle est suivie d'une dont le lit est de cinq à six pieds aussi dans son épaisseur; elle est grise & propre à faire de la tuile & des poteries: au-dessous de cette terre, il y en a une dont le banc est épais d'environ huit à neuf pieds; ensuite on en trouve une couleur de lie de vin, qui n'a environ qu'un pouce dans cette dimension, & sous laquelle est placé un lit également d'un pouce, formé par une matière pyriteuse & qui ressemble à du potin; ensuite vient le banc de l'ocre, qui a huit ou neuf pouces, & quelquefois un pied d'épaisseur; il est porté dessus un sable verdâtre qu'on ne passe pas. Quand on trouve l'ocre plus profondément, chaque espèce de ces terres forme un lit plus épais, excepté l'ocre & la terre rouge, qui sont presque toujours de la même épaisseur. On rencontre quelquefois en remuant ces terres, des pierres de grès très-grosses & propres aux ouvrages des fourneaux à fer.

Lorsqu'on compare les descriptions de ces trois ocrières avec celle que M. le Monnier le Médecin, a donnée dans ses observations d'Histoire Naturelle, insérées à la suite de l'Ouvrage de M. Cassini de Thury, sur la Méridienne de la France, *page 118*, on ne peut s'empêcher d'être frappé des rapports qu'il y a entre ces ocrières: les lits des sables & des glaises (car les argiles dont il est parlé dans celle de Saint-George-sur-la-Prée, & probablement les terres que M. le Monnier nomme ainsi, sont de vraies glaises) gardent le même arrangement; de plus, l'on trouve des grès & des pyrites dans ces ocrières, & il paroît que les lits de ces substances sont semblablement posés dans toutes ces ocrières.

Il y auroit cependant une petite différence, si ce que M. le Monnier rapporte d'après un ouvrier, est réel; savoir, qu'il se trouve plusieurs lits de sable & d'ocre posés alternativement les uns au-dessus des autres; ce qui pourroit être vrai, puisque M. le Monnier assure en avoir vu deux de sable & d'ocre dans cet arrangement; mais comme les ouvriers des ocrières dont j'ai

donné les descriptions, ne percent pas le lit de sable qui est au-dessous de l'ocre, je ne puis déterminer s'il en seroit ainsi de ces ocrières. M. le Monnier dit encore que l'ocre est pâle & presque blanche dans l'ocrière dont il parle, & qu'elle devient d'un beau jaune à l'air. Il arrive le contraire dans les ocrières que j'ai décrites; l'ocre étant mouillée, devient toujours d'un plus beau jaune qu'elle ne l'est naturellement, & lorsqu'elle est encore dans la mine, l'humidité la pénètre toujours. Une troisième différence consiste en ce que le lit d'ocre de l'ocrière que j'ai vue, est beaucoup plus épais que ceux des autres dont j'ai parlé & de celle que M. le Monnier a décrite; c'est probablement la grande quantité d'ocre que ce lit fournit, qui fait dire aux ouvriers de cette ocrière qu'elle est beaucoup plus abondante qu'aucune de celles qu'on connoît en France: ils prétendent encore que leur ocre est meilleure que toutes ces autres. Je ne sais pas sur quoi ils appuient leur sentiment, il est probable que ce n'est de leur part qu'un préjugé favorable à leur travail, préjugé qui leur est commun avec tous les ouvriers de quelques genres que ce soit. L'ocre qu'ils tirent de leurs mines n'est pas plus fine ni plus pure que celle des autres ocrières; ces ocre, comme celles-ci, ne renferment aucune partie qui ne soit pas ocre, si ce n'est quelquefois de la pyrite ferrugineuse: le sable ou le gravier, sur lequel le lit d'ocre est posé, n'est pas mêlé dans la masse de l'ocre, il n'y forme au plus qu'une croûte du côté qu'il touche.

Il y a donc un rapport considérable entre toutes ces ocre & les mines dont on les tire; les petites différences qu'on y observe ne sont pas essentielles & ne dépendent peut-être que de la profondeur plus ou moins grande qu'on est obligé de donner à ces mines pour parvenir au lit d'ocre; ce qui ne vient probablement que de la situation du lieu où l'on ouvre ces mines. Par exemple, les ocrières qui sont dans des fonds ne doivent pas être si profondes que celles qui sont sur des montagnes ou sur des collines: dans celles-ci, on peut percer plusieurs lits d'ocre, qu'il ne seroit peut-être pas facile de pénétrer dans les ocrières placées dans les vallées, à cause de l'eau

qu'on y trouve beaucoup plus tôt, qu'il seroit très-dispendieux de tarir, & que le profit qu'on retire de l'ocre ne pourroit peut-être pas compenser.

Aides de toutes ces observations, voyons maintenant si l'on peut répondre à la question sur la nature de l'ocre, que j'ai annoncée au commencement de ce Mémoire: pour y répondre avec encore plus de connoissance de cause, je crois qu'il est nécessaire de rapporter ici les différens sentimens que l'on a eus sur cette matière.

Théophraste est celui de tous les Anciens, dont les ouvrages nous sont parvenus, qui ait le mieux écrit sur l'ocre; il veut que ce fossile soit une terre argileuse: il en reconnoit de deux espèces, l'une est jaune & l'autre rouge; celle-ci est naturelle ou sacice, c'est-à-dire qu'il y en a à laquelle la couleur rouge est naturelle, & que la couleur de l'autre n'est due qu'à la calcination par laquelle on faisoit passer l'ocre jaune. A cet effet on remplissoit de cette terre des pots qu'on couvroit d'argile & qu'on plaçoit dans des fourneaux où elle prenoit une couleur plus ou moins rouge, suivant le degré de feu qu'on faisoit: Théophraste vouloit encore que les ocres jaunes & rouges naturelles eussent souffert dans la terre même l'action des feux souterrains.

Dioscoride, Galien, Vitruve, Pline même, n'ont parlé de l'ocre que comme d'une terre dont on se servoit dans la Médecine ou dans la Peinture, & n'ont rien dit de sa nature. Les Commentateurs qui ont travaillé à éclaircir les difficultés qui pouvoient être dans ces auteurs, n'ont pas étendu nos idées beaucoup plus loin que n'avoient fait les Écrivains qu'ils ont commenté.

Ce n'est que depuis que l'on a recherché à connoître la nature de l'ocre, qu'on l'a soumise à des expériences chimiques, qu'on a voulu arranger systématiquement les substances dont les Minéralogistes font des recherches, ce n'est, dis-je, que depuis ce temps qu'on a commencé à varier sur la façon de penser au sujet de l'ocre. Les expériences de Chimie nous ayant appris que l'ocre contenoit une grande quantité de fer,

& que lorsqu'on la traitoit avec des matières qui contiennent du phlogistique, elle se convertissoit presque entièrement en fer : des Auteurs systématiques ont rangé l'ocre avec les mines de fer plutôt qu'avec les terres avec lesquelles beaucoup d'autres la plaçoient. Parmi ces derniers Auteurs, il y en a qui la regardent comme une glaise qui ne diffère des autres que parce qu'elle contient beaucoup plus de fer que les glaises ordinaires ; d'autres, du nombre desquels sont M.^{rs} Hill & d'Acosta, la placent avec les argiles & reconnoissent pour ocras toutes substances qui sont friables, douces au toucher & qui se dissolvent facilement dans l'eau ; ils subdivisent ensuite les ocras en ocras vitrifiables & en ocras alkales ou propres à faire de la chaux.

Ces derniers Systématiques ont à la vérité multiplié les ocras plus que n'avoient fait les premiers, mais ils nous ont encore, plus que leurs prédécesseurs, jeté dans l'embarras sur la nature de l'ocre ; de sorte qu'on ne sait plus maintenant si l'ocre est une glaise, une argile, une mine de fer, & si une terre, pour être regardée comme une ocre, doit être vitrifiable ou alkale, ou si les unes ou les autres de ces terres peuvent être réellement des ocras étant vitrifiables ou ne l'étant pas.

Quelle voie doit-on donc prendre maintenant pour lever ces doutes, & quel est le point fixe sur lequel on doit s'appuyer pour déterminer nos idées à ce sujet ? il me semble qu'on ne peut mieux faire que de prendre la vraie ocre, l'ocre commune pour le terme de comparaison, duquel on doit rapprocher toutes les autres terres qui peuvent être des ocras.

Pour le faire avec justesse ; il me paroît qu'il faut regarder comme de vraies ocras toutes les terres qui ont les mêmes propriétés que celle que tous les Auteurs, de quelque avis qu'ils soient, avouent être la terre qui a la première porté ce nom. Or, cette ocre, qui est celle que nous employons communément dans les Arts, qui est naturellement jaune & qui, par l'action du feu, devient rouge, doit être, pour ainsi parler, l'étalon sur lequel il faut mesurer les terres qu'on peut ranger au nombre des ocras : cette ocre est douce au toucher, s'attache

à la langue, se durcit au feu, y devient un mauvais verre si le feu est très-violent, donne des parties ferrugineuses, en la mêlant avec du phlogistique, si on la pousse ainsi mêlée à un semblable feu, & enfin ne se dissout pas aux acides minéraux, mais à l'eau commune.

En admettant ces principes, il sera facile de reconnoître si une terre est une vraie ocre ou si elle n'en est pas une : on constatera facilement si le *giallolino* ou jaune de Naples, le *fil* de Syrie, l'*almagra* des Modernes ou le *fil* Attique, le bol de Venise, la terre de Sinope, la terre d'Ombre & celle de Cologne, la pierre d'Arménie, la craie noire & les autres substances que des Systématiques placent avec les ocres, peuvent ou non être réellement rangées avec elles.

Quelques couleurs que ces matières puissent avoir, on ne doit pas les ôter du nombre des ocres si elles ont toutes les autres propriétés que l'on reconnoît dans l'ocre commune ; je ne les en ôterois pas plus, quand elles ne seroient pas friables sous les doigts, quand elles seroient légères ; l'ocre rouge commune, qui n'est que l'ocre jaune qui a passé par le feu, n'en est pas moins une ocre, pour avoir changé de couleur & pour y avoir pris un degré de solidité & de dureté que l'ocre jaune n'a pas.

Pour me mettre en état de faire par moi-même cet examen, je me suis procuré, le plus que j'ai pu, de ces différentes terres, & l'examen que j'en ai fait m'a decouvert des différences qui m'engagent à ôter du nombre des ocres quelques-unes de ces matières.

Le *giallolino* ou jaune de Naples, par exemple, qui est une substance dure, pesante, grenue, d'un jaune vif & formant une espèce de pierre, ne se dissout pas il est vrai à l'eau forte, mais elle n'est pas douce au toucher, ne tient pas à la langue & a plutôt l'air d'une matière qui a passé par le feu que d'une terre naturelle ; ce feu à la vérité peut être celui de quelque volcan, l'endroit d'où on nous l'apporte pourroit le faire penser, & j'adopterois volontiers ce sentiment ; mais je ne regarderois cette matière comme une ocre que lorsqu'il seroit

Bien établi que la substance première, dont le *giallolino* est naturellement formé, est une terre de la nature de l'ocre & qui auroit été durcie par ces feux souterrains ; elle seroit , quant à la dureté, dans le cas de l'ocre jaune qui a été calcinée.

Si le sentiment de Théophraste, qui pensoit que l'ocre commune même avoit souffert l'action de quelque feu semblable, étoit vrai, le *giallolino* pourroit encore, à plus forte raison, être regardé comme une ocre, mais il est plus que probable que le sentiment de Théophraste ne peut pas être admis : la description des ocrières que j'ai donnée, prouve incontestablement que notre ocre commune n'est pas le résultat de l'opération de quelque feu, les bancs de sables, de glaises & d'ocre y sont trop régulièrement posés pour qu'ils aient ainsi été arrangés par l'action d'un volcan. Ce que les volcans forment annonce le désordre & la confusion, tout y est ordinairement pêle-mêle & dans différens sens & inclinaisons ; au lieu que dans les ocrières tout y est régulier & posé horizontalement ; on y reconnoît plutôt l'effet de quelques dépôts occasionnés par des alluvions, & le gravier qui se trouve au-dessous de l'ocre, ressemble plutôt au gravier des bords de la mer ou des rivières qu'à des graviers de matières brûlées ou de pozzolane.

Il n'est donc guère possible d'attribuer la formation de l'ocre à des volcans : & dès-lors le sentiment de Théophraste ne peut se soutenir ; c'est plutôt, à ce qu'il me paroît, par analogie que Théophraste l'a adopté, que conséquemment à des observations qu'il eût faites dans les endroits d'où l'on pouvoit, de son temps, tirer de l'ocre ; il savoit que l'ocre jaune, poussée au feu, devient rouge ; il en concluoit que les ocres rouges naturelles devoient avoir subi dans la terre une semblable opération, & il n'a pas même trop hêité d'étendre cette supposition à toutes les autres ocres naturelles qu'il connoissoit.

Je sens bien qu'il peut très-facilement arriver qu'il y ait des terres rouges qui n'aient cette couleur, que parce qu'elles ont souffert une espèce de calcination par les feux souterrains ; il suffit pour cela qu'il se trouve dans les montagnes où ces feux

s'allument, des glaises de couleur jaune, qui n'ont un peu attaquées par ces feux. J'ai parlé, dans mon Mémoire sur les volcans éteints de l'Auvergne, d'une terre rouge & dure du haut du Mont-d'or, laquelle on pourroit regarder comme une ocre véritable, & de l'espèce de celle qu'on appelle communément *roge-brun*; cette terre pourroit bien n'avoir cette couleur que conséquemment à cette opération naturelle; mais je n'en conclerois certainement pas que toutes les autres ocres, de quelque couleur qu'elles soient, y ont été soumises: je tirerois au contraire plutôt, de ce que j'ai observé dans les ocrières, cette conséquence que les ocres sont des glaises colorées par une matière ferrugineuse, plus abondante que celle qui peut se trouver dans les glaises des bancs qui précèdent celui de l'ocre. En effet, le banc de l'ocre y est posé horizontalement, de la même façon que les glaises sous lesquelles il est placé: il est sensible que le dépôt qui s'y en est fait, a été formé par la même cause, que cette cause a agi avec tranquillité & successivement: de plus on sait que les ocres, de même que les glaises, sont douces au toucher, qu'elles s'attachent à la langue, ne se dissolvent pas aux acides, mais à l'eau commune, & se durcissent au feu; on sait encore que les glaises jaunes deviennent rouges par la calcination, & que plus ces glaises sont jaunes & approchent du jaune de l'ocre, plus elles prennent un rouge approchant de celui que l'ocre jaune acquiert dans le feu. Je pense donc, d'après ces observations & ces expériences, qu'il est plus naturel de conclure que l'ocre est plutôt une glaise que toute autre terre, & qu'elle n'est pas plutôt due aux volcans que les autres glaises; mais qu'on doit au contraire regarder les unes & les autres comme ayant été déposées par les eaux, ou par quelque autre cause indépendante de ces feux souterrains.

Ceci supposé, je passe à l'examen des autres matières qu'on a regardées comme des ocres: les terres vertes communes & de Vérone, ne me paroissent convenir avec les ocres qu'en qualité de glaises; les expériences auxquelles on les soumet, présentent les mêmes phénomènes; elles s'attachent à la langue, les vertes sur-tout, elles ne se dissolvent pas à l'eau
forte,

forte, mises au milieu des charbons d'un foyer ordinaire, excitée par le soufflet, elles y durcissent, deviennent noires, & en quelques minutes de temps donnent des marques d'une vitrification commençante; comme les glaises, elles sont douces au toucher, mais elles sont sous les doigts l'impression qu'on ressent, en touchant la craie de Briançon; elles ont quelque chose de foyeux. Je placerois donc plus volontiers ces terres avec les glaises communes qu'avec les ocre, & je les distinguerois par leur couleur verte & par leur propriété d'être plus ou moins foyeuses.

Une terre ou plutôt une pierre, qu'il me paroît encore plus difficile de ranger parmi les ocre, où M.^{rs} Hill & d'Acosta la placent, est celle qu'on appelle communément craie noire, & dont plusieurs sortes d'ouvriers se servent pour tracer des lignes: cette pierre, comme pierre glaiseuse, présente plusieurs phénomènes semblables à ceux qu'on observe, en examinant l'ocre suivant les mêmes procédés; mais lorsqu'on a vu cette pierre dans les carrières d'où on la tire, on a peine à se persuader qu'elle soit une ocre, & l'on est plus porté à la rapprocher des schistes, comme ont fait M.^{rs} Linnæus & Wallerius. Les bancs de cette pierre sont inclinés à l'horizon, à peu-près comme les schistes, comme eux elle se lève par feuillets; en un mot, elle paroît être un schiste, ou, comme dit M. Vallerius, une ardoise qui s'est décomposée, ou un schiste qui n'a pas pris de consistance; c'est ce que j'ai observé dans les carrières de cette pierre, qui sont ouvertes à la Ferrière, village de Normandie peu éloigné de Sées. La direction des rochers de ces carrières est du levant au couchant, ils sont par lits de différentes hauteurs, & plus considérables à proportion qu'ils sont placés plus profondément: les premiers ne sont composés que de petites pierres, d'un grain moins fin que celui des pierres des lits qui les suivent; le premier peut avoir un ou deux pieds; le lit qui suit est d'une pierre plus parfaite, pas tant cependant que celle des lits qui sont au-dessous; celui-ci est peut-être un peu plus haut que le premier; les suivans sont des quartiers de quatre à cinq pieds de hauteur,

continus ; au lieu que les petites pierres des deux premiers lits sont séparées les unes des autres ; les pierres du troisième lit se lèvent par blocs aussi gros qu'on le veut , elles sont plus fines , s'exfolient plus aisément , sont plus cassantes , & marquent beaucoup mieux ce qu'on veut tracer par leur moyen. On ne descend pas beaucoup au-dessous de ce lit ; ou l'on n'en enlève que quelques autres , ce qui fait que les trous de ces carrières n'ont guère plus de vingt pieds de profondeur. On remplit ces trous des décombres que l'on a fait en les formant , & des terres des environs ; ces terres sont d'un noir semblable à celui de cette pierre.

La surface extérieure de tous les lits , à commencer sur-tout depuis le second inclusivement , se couvre , lorsqu'ils ont été quelque temps exposés à l'air , d'une poussière couleur de soufre , qui peu à peu devient très-blanche : cette poussière n'est autre chose que du soufre , qui est produit par la surface de ces pierres qui tombent en efflorescence. L'odeur qui se fait sentir en entrant dans ces carrières , quoiqu'ouvertes en plein air , & du nombre de celles qu'on appelle à ciel ouvert , le demontre de façon à ne laisser aucun doute sur cet article.

Je ne sais si la première couleur que cette poussière a en se formant , est soufrée , il me paroît au contraire qu'elle est d'abord noire , car lorsqu'on enlève de dessus les pierres les croûtes qui s'en forment , le dessous de celles qui sont soufrées est d'une couleur noire , & celui des blanches est soufré : le passage se fait donc du noir au blanc par la couleur moyenne du soufre , ce qui paroît être assez selon l'ordre des couleurs.

Outre cela , on remarque dans certains trous percés naturellement , quelquefois entre les bancs des pierres , quelquefois dans leur milieu , on remarque , dis-je , une poussière noire qui a quelque humidité & que je crois tomber des surfaces de ces trous qui se détruisent : elle n'est probablement ni soufrée ni blanche que parce qu'elle n'est point assez exposée à l'air , & ne peut par conséquent pas acquérir le degré de dessèchement que la poussière qui est attachée aux surfaces extérieures des bancs a acquise , pour devenir de l'une ou de l'autre des deux couleurs

que prend cette poussière étant à l'air libre : c'est par ce dessèchement que celle-ci parvient à ces états, puisque la poussière noire est plus menue, plus tenace que la souffrée, celle-ci plus que la blanche, & que souvent si les couches, formées par cette terre, sont un peu épaissies, on voit qu'elles sont composées de trois lames, qui ont l'une ou l'autre de ces couleurs arrangées dans cet ordre : la noire touche la pierre, la blanche est à l'extérieur, & la souffrée entre les deux autres.

C'est, à ce que je crois, la seconde de ces couleurs, c'est-à-dire la blanche, qui a fait donner par les Carrieres le nom de salpêtre à la poussière qui a pris cette couleur ; l'odorat cependant annonce que c'est plutôt du soufre, puisque, comme je l'ai dit plus haut, on est d'abord frappé de cette odeur dès le premier pas qu'on fait dans ces carrières, quoiqu'elles soient ouvertes en plein air, & que la vapeur dût par conséquent s'évaporer aisément.

Il me paroît que ce n'est que sur un fondement aussi foible que M. Lémery dit, dans son Dictionnaire des Drogues, que la terre qu'il appelle *ampelive* ou pierre noire, donne du salpêtre, il ne rapporte pas du moins les expériences qu'il pourroit avoir faites à ce sujet ; il se contente de dire qu'elle contient beaucoup de soufre & de sel & qu'on en tire du salpêtre. C'est probablement des pierres noires de la Ferrière qu'il parle, puisqu'il en place les carrières proche Alençon, la Ferrière n'en est pas beaucoup éloignée : il pourroit cependant se faire qu'il parlât de celles qui sont dans les environs de Domfront, où l'on m'a assuré qu'il y en avoit dont la pierre étoit plus dure que celle de la Ferrière ; au reste, quoi qu'il en soit du lieu des carrières dont M. Lémery parle, il y a tout lieu de penser que ce n'est que sur des rapports que cet auteur avance que ces pierres donnent du salpêtre.

Ce n'est pas que je ne pensasse volontiers qu'on peut retirer du nitre de ces pierres ; une expérience que j'ai faite me porteroit facilement à le croire : j'ai mêlé de la poussière noire avec du charbon & j'ai mis ce mélange dans une cuiller de fer placée sur des charbons ardents ; au bout de quelques minutes

*Voy. Diction.
des Drogues, par
Lémery, au mot
Ampelitis.*

le tout a détonné à peu près comme la poudre fulminante ; mais cet effet n'est-il pas dû à une combinaison nouvelle qui s'est faite au moyen du feu ? le sel que ces pierres donnent naturellement ne seroit-il pas alumineux ou vitriolique ? c'est ce que je n'ai pas pu encore déterminer par des expériences ; ce qui mérite d'être suivi exactement & ce que je me propose de faire par la suite : je dirai seulement ici que Wallerius rapporte que la pierre noire contient beaucoup d'alun.

W. Waller.
Mémorial p. mag.
137. *eff.* - 1.
et 138. 303.
éclaire 181.
i. I. *édit. fran.*
Paris, 1753.

Il me paroîtroit que le sel de la pierre noire de la Ferrière pourroit bien être vitriolique ; l'efflorescence où tombe cette pierre me semble avoir beaucoup de rapport à celle que souffrent les pyrites vitrioliques, qui donnent aussi, comme l'on sait, beaucoup de soufre ; ce qui leur arrive souvent, lors même qu'elles se décomposent ainsi dans l'intérieur de certains cailloux. J'ai vu de ces cailloux, & on en conserve plusieurs dans le Cabinet de S. A. S. M.^{gr} le Duc d'Orléans : ces cailloux, qui sont des pierres à fusil des environs de Laigle en Normandie, ont des cavités remplies de pyrites, qui sont souvent, en partie ou en total, décomposées en une matière noire, soufrée ou blanche, qui a l'odeur de soufre, & qui même s'enflamme. On trouve une semblable poussière dans des cailloux sphériques plus ou moins aplatis, qui sont des environs de Béfançon : cette poussière sulfureuse n'est, à ce que je crois, dûe qu'à des pyrites tombées en efflorescence, soit que cette efflorescence se soit faite peu de temps après la formation de ces cailloux, lorsqu'ils pouvoient facilement être pénétrés par l'air, ou parce qu'ils ont de petites fêlures capables de laisser entrer assez d'air pour qu'ils pussent attaquer les pyrites & les décomposer.

Je ne m'arrêterai pas davantage à cet objet, je me contenterai, pour finir ce que j'ai à dire sur les pierres noires, de faire remarquer que des pierres qui ont tant de rapport avec les schistes & les ardoises, par leur figure rhomboïde, par leur position dans les carrières, par leur facilité à s'exfolier, ne me paroissent pas devoir être rangées avec les ocre. Si par la craie noire on n'entendoit parler que de la terre noire qui est due à l'efflorescence de ces pierres ou de celle qui se trouve

dans les environs de ces carrières, ce sentiment pourroit peut-être se soutenir, en regardant, avec quelques Naturalistes, les ocrez comme une dissolution de quelque minéral faite dans la terre ou à l'air par l'action de quelqu'acide aussi minéral : j'aimerois autant alors ne pas faire un genre particulier de l'ocre, & je suivrois le sentiment de ceux qui placent ces terres avec les minéraux dont on imagine qu'elles sont des décompositions, & je caractériserois ces terres par leur couleur & la substance minérale qu'elles contiennent.

Mais comme on n'a pas des preuves aussi complètes, que l'ocre, proprement dite, est une décomposition de mines de fer, qu'on en a que l'efflorescence des pierres noires, en est réellement une de ces pierres, je pense qu'il est beaucoup mieux de laisser l'ocre dans la classe des glaises, où beaucoup de Naturalistes l'ont placée.

De plus, il faudroit pour conserver en un point une uniformité d'idées, mettre le *lac luna* au nombre des ocrez : le vrai *lac luna* est une décomposition de pierres calcaires ; en cette qualité il me semble qu'il pourroit aussi-bien être regardé comme ocre que la décomposition des mines de fer, de cuivre, de zink, & sur-tout de pierre noire ; mais le *lac luna* n'a été rangé au nombre des ocrez par aucun des Systématiques, qui le regardent ordinairement comme une marne fine & en poussière : ceux même qui reconnoissent des ocrez alkalinés ou calcaires ne lui donnent pas place parmi ces terres.

Le sable n'est, suivant bien des Auteurs, que le *detritus* de rochers de cette nature ; ceux qui pensent ainsi seroient-ils raisonnablement recevables à regarder les sables comme des ocrez, quand même ils n'admettroient dans ce nombre que les sables jaunes ou rouges, qu'on pense n'être ainsi colorés que parce qu'ils ont été teints d'une matière ferrugineuse. Les sables ont toujours fait un genre particulier, quoiqu'à la rigueur il seroit peut-être mieux de le confondre avec celui des grès, & ne considérer les sables que comme des grès décomposés ou comme du grès qui n'est pas lié & ne fait pas masse.

De toutes ces considérations, je conclurois enfin qu'il n'y

a de vraies ocrez que les terres qui sont douces au toucher, qui tiennent à la langue, qui durcissent au feu, qui ne se dissolvent pas dans l'eau-forte, & qui donnent beaucoup de fer, traitées avec du phlogistique : j'en concluserois encore que les ocrez sont des glaises, dont le caractère essentiel & spécifique est de donner cette quantité de parties ferrugineuses ; ce qui me feroit définir l'ocre, une glaise très-ferrugineuse, dont les variétés seroient d'être d'un jaune ou d'un rouge plus ou moins foncé, sans cependant exclure du nombre des ocrez, toute autre terre qui auroit une autre couleur, pourvu qu'elle contint beaucoup de fer. Les ocrez n'étant dans ce principe que des glaises, je ne ferois pas un genre particulier de ces terres, mais je ne les regarderois que comme des espèces de glaises : à la rigueur, celles de ces terres qui sont jaunes, & souvent d'un jaune aussi beau que celui de l'ocre, ne sont-elles pas de véritables ocrez, ne contiennent-elles pas toujours des parties ferrugineuses ; & un peu plus ou un peu moins de ces parties devoit-il les exclure du nombre de ces terres ; ne deviennent-elles pas rouges au feu, aussi-bien que les ocrez ? Les glaises rouges, & dont il y a tant de nuances, ne pourroient-elles pas être aussi regardées comme des ocrez rouges ? & fandra-t-il qu'une petite variété dans la couleur ou dans la finesse des parties, sépare des terres qui ont tant d'autres rapports ? les ocrez jaunes ou rouges sont-elles toutes également fines, leur couleur est-elle égale dans toutes ? L'on sait qu'il en est autrement : rien dans la Nature n'est entièrement semblable ; ce n'est que par les propriétés générales que les êtres, qui ont du rapport les uns aux autres, conviennent entr'eux.

Une preuve de cette règle, qui se tire même de l'ocre commune, est que cette ocre poussée au feu, donne au même degré différentes nuances de couleur, ce qui ne vient probablement que du plus ou moins de fer que différens morceaux peuvent contenir, ou de la variété qui peut être dans la finesse des parties ; rien par conséquent n'est plus naturel que de réunir sous un même genre les glaises & les ocrez.

J'ai vu en Normandie plusieurs glaises, sur-tout des jaunes,

qui avoient tout l'air , par la beauté de leurs couleurs , d'être des ocres : on les regarde même comme telles dans quelques cantons de cette Province. J'en ai reçu une d'Orbec , qui m'étoit envoyée par M. Chaumont , Maître des Comptes , qui me marquoit en même temps que « cette ocre , comme il l'appeloit , étoit de la côte de Chambroy , que les Tourneurs « s'en servoient pour jaunir leur bois après qu'ils l'ont travaillé : « personne qu'eux , dit encore M. de Chaumont , ne l'a mise « en usage : cette ocre est pleine de petits cailloux , de sable & de « gravier , qui la rendent incapable de servir dans l'état où elle « est en sortant de terre ; étant lavée elle est très-douce , & prend « à la langue ». J'en ai encore reçu une d'un jaune plus beau & plus vif , sous le nom d'ocre ; elle m'étoit envoyée par M. l'Abbé Rose , dont j'ai parlé dans mon Mémoire sur les figues périllées : cette terre tient aussi à la langue , elle est fort douce au toucher & d'un grain fin , de même que celle de Chambroy ; elle ne se dissout pas dans l'eau-forte , elle est des environs de Tours.

Quant aux glaïses rouges , elles ne sont pas rares dans les endroits où l'on trouve les jaunes ; je n'y ai rien observé de singulier , qui demande à être rapporté ici : je remarquerai seulement , par rapport à une qui est gris de lin , qu'on l'emploie dans quelques cantons à peindre le devant des maisons. Il s'en trouve une semblable du côté de S.^t Martin-de-la-Beface , sur la grande route qui va de Caen en basse Bretagne.

Puisque quelques-unes de ces glaïses sont déjà employées en qualité de couleurs , il y a lieu de penser que , si toutes ne pouvoient pas servir à ce même usage , on pourroit en trouver un grand nombre qui ne seroient pas à négliger , & qui poutées avec précaution à différens degrés de feu , procure-roient peut-être des couleurs rouges , préférables au rouge que donne l'ocre ordinaire.

Les mines de fer qu'on exploite pour plusieurs forges de la Normandie , renferment des terres d'un jaune ou d'un rouge plus ou moins foncé , qui , traitées de la même façon , fourni-roient encore probablement plusieurs variétés de couleurs qui

nous mettroient dans le cas de nous passer de celles qu'on tire de l'Étranger. On pourroit découvrir, par exemple, cette sorte d'ocre qu'on appelle *rouge brun* ou *brun-rouge* d'Angleterre, celle qui nous vient d'Espagne sous le nom d'*almagra*: M.^{rs} Hill & d'Acosta disent que celle-ci est alkaline; les terres qui sont de cette nature se dissolvent à l'eau-forte, l'*almagra* n'y excite pas le moindre mouvement, & y reste sans s'y dissoudre: cette terre est d'un rouge plus vif que notre ocre rouge, & paroît être réellement une ocre, à en juger du moins par les morceaux qui avoient été envoyés d'Espagne à M. Bomard, de qui je tiens celui que j'ai examiné.

Si l'*almagra* étoit une terre alkaline, je ne le regarderois pas plus comme une véritable ocre que toutes les autres que M.^{rs} Hill & d'Acosta appellent du nom d'ocres alkalines; je ne puis me persuader que des terres aussi différentes entr'elles que le sont des terres vitrifiables & des terres qui se calcinent, puissent être regardées comme appartenantes au même genre; cette propriété, ainsi que celle de se dissoudre ou non à l'eau-forte, est un caractère bien plus sûr pour distinguer les substances minérales que tous les autres qu'on pourroit employer; je crois par conséquent que dès que deux terres diffèrent entr'elles par les effets dans l'eau-forte & dans le feu, elles ne peuvent être de la même nature, & conséquemment qu'elles sont de genres différens.

C'est aussi sur ce principe que j'ôterois du genre des ocres la terre appelée *ocre de me*, qui se dissout avec vivacité & bruit dans l'eau-forte. Le fil de grain clair & celui de Troie ne se dissolvent pas dans l'eau-forte avec plus de vivacité; ces deux drogues employées par les Peintres, ne sont que des préparations de craie ou de marne préparée & colorée par des infusions de bois de Brésil ou de graines d'Avignon: ces deux fils de grain, dont le nom n'est, à ce que je crois, qu'une corruption du mot ancien *fyl*, donné à une espèce d'ocre, ces fils de grain, dis-je, pourroient aussi-bien être mis au nombre des ocres que des terres alkalines qu'on y place, s'il étoit vrai qu'on dût regarder comme de vraies ocres les terres alkalines que

que M.^{rs} Hill & d'Acosta rangent sous ce genre; mais je crois que lorsqu'on voudra s'en tenir aux caractères essentiels & sûrs des minéraux, on éloignera toujours les terres calcinables de celles qui se vitrifient: du nombre de celles-ci pourroient être la terre d'Ombre, celle de Cologne & le rouge d'Inde, mais la pesanteur du rouge d'Inde me feroit soupçonner qu'il ne seroit qu'une préparation de quelque métal, & peut-être de plomb: si cela étoit, il me semble qu'il ne faudroit pas plus le placer avec les ocrez que l'on n'y place le *minium*: le rouge d'Inde pourroit être cette ocre artificielle dont parle Mathiole à l'article de l'ocre, & qu'il dit n'être qu'une préparation de plomb. La terre d'Ombre & celle de Cologne sont très légères en comparaison du rouge d'Inde; elles me paroissent des terres naturelles & du genre des glaises, mais ces terres sont-elles des ocrez plutôt que les autres glaises? c'est ce que je ne pense pas: nous n'avons pas encore, que je sache, rencontré en France de ces sortes de terres, j'ai bien reçu quelquefois des terres trouvées dans ce Royaume, & qu'on m'envoyoit sous le nom de terre d'Ombre, mais ces terres avoient plutôt l'air de parties végétales détruites que de vraies terres. Il y a cependant lieu de penser que dans le nombre de terres de différentes couleurs qu'on trouve en France, on parviendra enfin à en rencontrer qui seront entièrement semblables à celles-ci. Nous serons alors plus en état de déterminer exactement leur nature, si l'on décrit très-exactement les endroits où on les aura trouvées; descriptions qui ne peuvent certainement que contribuer beaucoup à déterminer leur nature: c'est une pareille raison qui m'a engagé à donner dans ce Mémoire la description des ocrières que j'avois pu voir, ou sur lesquelles j'avois des observations détaillées & que je pouvois regarder comme faites avec exactitude.



O B S E R V A T I O N
DE L'ÉCLIPSE
DU QUATRIÈME SATELLITE DE JUPITER,
Faite à l'Observatoire Royal, le 25 Janvier 1762.

Par M. M A R A I D L.

27 Janvier
1762.

L'OBSERVATION de l'éclipse du quatrième satellite de Jupiter, que M. Cassini de Thury & moi, avons faite le 25 de ce mois à l'Observatoire royal, n'est pas moins importante que celle du 19 Novembre 1761, que j'ai vue à l'Académie l'année dernière. J'ai observé cette éclipse avec la même lunette de Campani, de 15 pieds : le Ciel étoit parfaitement serein, & l'air calme ; mais la proximité du second & du quatrième Satellite en a rendu l'observation difficile : ces deux Satellites étoient presque à la même distance du bord de Jupiter, & n'étoient, pour ainsi dire, éloignés l'un de l'autre que de leur différence en latitude. Je ne serois point étonné qu'il y eût entre les observations de cette éclipse, faites par d'autres Astronomes, des différences encore plus considérables que celles qu'on a trouvées dans les observations de l'éclipse du 19 Novembre 1761, quand même chaque Observateur se seroit servi de la même lunette ou du même télescope dans cette observation que dans la précédente. Voici la mienne,

1762. 25 Janvier à 6^h 14' 31" temps vrai, je cesse de voir le Satellite, mais étant retourné à ma lunette j'ai encore vu le Satellite à plusieurs reprises.

6. 16. 36 Immersion certaine.

7. 3. 51 commencement de l'émersion.

Donc 0. 47. 15 durée de l'Éclipse.

0. 23. 37 $\frac{1}{2}$ demi-durée

6. 40. 13 milieu de l'Éclipse.

M. Cassini de Thury, qui a fait cette observation avec une lunette de 18 pieds, a vu le Satellite entrant dans l'ombre, 40 secondes plus tard que moi.

Mes Tables donnent la durée de cette éclipse de $1^h 9' 44''$; mais si l'on a égard à la distance du Satellite au centre de Jupiter, c'est-à-dire, si l'on suppose le demi-diamètre de la section de l'ombre de Jupiter, dans l'apogée du Satellite, de $2^d 5' 56''$, on trouvera la durée de cette éclipse de $0^h 47' 6''$, à 9 secondes près de ce qu'elle a été observée; & si on ne juge pas à propos de faire entrer cette considération dans le calcul des éclipses du quatrième Satellite, on trouvera par cette observation l'inclinaison de l'orbite du Satellite de $2^d 38' 38''$, en supposant, suivant mes Tables, la distance de Jupiter au Nœud ascendant du Satellite de $52^d 44'$; ou bien en supposant l'inclinaison constante de $2^d 36'$, on trouvera la distance de Jupiter au Nœud ascendant de $54^d 2'$, qui étant ôtée de $0^h 10^d 45'$, lieu de Jupiter vu du Soleil, donnera le lieu du Nœud ascendant du quatrième Satellite dans $16^d 43'$ du Verseau; je l'ai trouvé par l'observation du 19 Novembre 1761, dans $16^d 5'$ du même signe.

M. l'Abbé de la Caille, qui a fait cette observation avec une excellente lunette de 15 pieds, a cessé de voir le Satellite entre $6^h 18'$ & $6^h 19'$; il n'a pu assigner précisément la seconde, à cause des momens où il lui sembloit voir le Satellite; l'émergence lui a paru se faire entre $7^h 5'$ & $7^h 6'$.

Le Satellite n'a été bien sensible qu'à $7^h 13'$, & à $7^h 30'$ il ne paroît pas plus brillant que 17 ou 18 minutes avant l'immersion totale, c'est-à-dire vers les 6 heures du soir.



M É M O I R E
SUR
LES YEUX DE QUELQUES POISSONS.

Par M. HALLER.

20 Mars
1762.

J'AVOIS destiné à l'Académie les observations que j'ai faites sur la génération des Quadrupèdes, en les comparant à celles que j'ai faites sur les Poulets; il me manque encore quelques vérifications pour les premiers jours qui suivent l'accouplement, & j'ai différé jusqu'ici de compléter ce Mémoire, que j'auroi l'honneur d'offrir à cette illustre Compagnie dès qu'il sera en état de lui être présenté.

Je prends la liberté de lui envoyer aujourd'hui une ébauche des singularités de l'œil des Poissons: la crainte de voir paroître les Ouvrages posthumes de Duverney & d'être exposé à quelque critique si je m'étois rencontré avec cet illustre Anatomiste, dans quelque partie de la structure de l'œil, m'engage à me hâter; je me réserve de suppléer à ce qu'il y aura de défectueux dans ce Mémoire par une suite de dissections. J'ai trouvé beaucoup d'utilité aux observations que l'Anatomie des quadrupèdes & des oiseaux a fournies à feu M. Petit, & je me suis attaché au même plan, en préférant les yeux des poissons, que cet illustre Académicien n'a pas suivi avec la même confiance que ceux des oiseaux & des quadrupèdes.

Il m'a paru, en disséquant des animaux de cette classe, que leur structure répand beaucoup de jour sur la Physiologie, & qu'elle est infiniment plus simple & plus aisée à saisir que celle des deux autres classes d'animaux: c'est un inconvénient pour moi que d'écrire dans un grand éloignement de la mer, il ne me reste que des poissons d'eau douce, qui généralement ont moins de volume; le saumon, la truite & la carpe en font les plus gros, car le filure du lac de Morat est fort rare, & je n'ai pu m'en procurer jusqu'ici.

Je ne me suis pas borné dans mon travail au point de négliger les autres classes d'animaux , j'ai disséqué généralement tout ce qui m'est tombé sous les mains ; il en a résulté des inductions qui m'ont guidé dans bien des doutes physiologiques.

J'ai peu lû sur cette matière , & je n'expose que le résultat de mes propres recherches : l'Anatomie-critique alonge trop les ouvrages , je crois qu'on doit la borner à la structure du corps humain.

SECTION I.

Sur le Nerve optique.

Le nerf optique est toujours considérable dans les poissons , une grande partie du cerveau est destinée à lui fournir de la moelle.

Les poissons n'ont que des tubercules pour tenir lieu du cerveau ; le nombre en est inégal.

Les deux tubercules qui peuvent porter le nom de *couches des nerfs optiques* , ont une structure constante dans tous les poissons que j'ai disséqués ; ils sont creux & contiennent un ventricule , comme dans les oiseaux ; les deux principales racines du nerf optique en sortent , l'antérieure part de son extrémité antérieure , la postérieure en fait le tour , & sort de son extrémité voisine du cervelet ; elle forme intérieurement une ligne blanche , dans laquelle viennent se rendre des fibres blanches sans nombre , qui partent de toute la couche ; j'ai vu avec plaisir la naissance de ces fibres , que j'ai retrouvées dans la rétine. Ces couches sont jointes , dans un grand nombre de poissons , & peut être dans tous , en deux endroits par des fibres transversales , qui paroissent tenir lieu de l'union qui manque aux nerfs optiques : le premier endroit est supérieur , & presque à l'origine antérieure des couches ; le second est inférieur , il est en avant des bulbes des nerfs olfactoires de chaque côté ; cette dernière réunion est fort considérable , & prend d'assez loin aux racines de ce nerf.

Il y a encore deux paires de nerfs qui vont à l'œil ; le nerf

78 MÉMOIRES DE L'ACADÉMIE ROYALE
ciliaire qui est considérable, & le nerf musculaire : je ne les
ai pas suivis.

Formes comme je viens de dire, les nerfs optiques se joignent
à l'entrée des deux orbites, en recevant la gaine robuste que
leur fournit la dure-mère. Je les ai vu se croiser constamment
& dans toutes les espèces ; & le nerf qui vient de la partie
droite du cerveau, va se rendre dans l'œil gauche ; ils ne se
mêlent point dans l'endroit où ils se croisent, & on les sépare
sans d'chirer la moindre fibre.

Il paroît assez difficile de dire pourquoi la Nature les a
réunis en apparence sans les mêler, & pourquoi elle a destiné
le nerf gauche à l'œil droit : cette dernière structure paroît
tenir à un croisement général, qui paroît être nécessaire dans
le système médullaire, & dont les effets sont visibles dans
l'homme par la paralysie du côté opposé à celui où le cerveau
est blessé ou comprimé.

Ce nerf revêtu d'une gaine fort solide & d'une pie-mère
vasculaire, va se rendre à l'œil ; il y entre toujours par le côté
interne de l'œil, à une distance considérable de l'axe longitudinal.

La structure du nerf optique est assez simple ; il est partagé
par faisceaux médullaires fort apparens, blancs & opaques, en
fibres ; ils s'épanouissent dedans, & forment des membranes
assez larges : c'est, en petit, la même structure que Malpighi
a découverte dans le thon ; ces faisceaux ne se décomposent pas
bien nettement, mais je n'ai jamais entrepris de les décomposer,
sans avoir du moins vu un certain nombre de fibres, qui
unissoient une toile cellulaire ; ces fibres étant fort pressées ont
beaucoup de consistance ; elles sont assez apparentes dans le
munier, dans la truite.

SECTION II.

Entrée du Nerf optique.

Il est assez singulier que les poissons diffèrent dans cette
partie de la structure de l'œil ; il y en a qui suivent celle des
oiseaux, & d'autres qui imitent les quadrupèdes.

La structure des quadrupèdes est la plus simple ; c'est celle que l'on trouve dans la carpe , la lotte , le munier , la tanche.

Le nerf optique y est couvert d'une enveloppe fort dure ; il perce la sclérotique , & produit aussitôt après , la membrane *argentée* , qui tient lieu de choroïde ; il donne à quelque distance de cette membrane , la membrane *vasculaire* que les poissons possèdent seuls ; il continue sa marche toujours cylindrique , & ce n'est qu'à une ligne plus loin qu'il produit la rétine. Tout cet intervalle est étroitement enveloppé de la membrane noire dans plusieurs poissons , & le nerf est rétréci dans plusieurs espèces ; il a quelquefois commencé de paroître noir , avant qu'il ait pénétré par la sclérotique , & c'est la première qui produit la membrane noire ; l'extrémité du nerf paroît comme un cercle rayonnant , fort blanc , avec une ou plusieurs pointes dans sa surface. Le munier , par exemple , a un nombre de filets noirs formés en broûes ou en petits pinceaux ; je n'ai pas pu y démontrer une lame blanche criblée de trous , dont les trous innombrables , de plusieurs grandeurs , laissent passer la moelle , quand on la presse , dans le bœuf , dans le cochon ou dans le lièvre. Dans le cochon , la structure de cette lame est aisée à apercevoir ; c'est une multitude de trous que joint un tissu cellulaire ; une partie des trous est grande , c'est pour les vaisseaux , l'autre est très-fine & destinée à la moelle ; cette lame n'a toujours paru blanche & nettement séparée de la lame interne de la choroïde.

Dans les poissons , la moelle fort en masse quand on presse le nerf optique ; ce nerf s'épanouit & forme une coupe ronde dans les uns & en portion de cercle dans les autres : les deux lames de la rétine sortent de cet épanouissement.

Dans la carpe , dans le munier , la tanche & la lotte elle sort de la circonférence du cercle par lequel le nerf optique s'épanouit ; il paroît en sortir comme des pointes ou des pinceaux ; chaque pointe est un faisceau de fibres qui vont se séparer & s'épanouir pour former l'arachnoïde : le tout forme un entonnoir qui sort de l'intérieur du nerf optique , & la substance pulpeuse les environne : ces fibres sont plus transparentes que la

substance du nerf optique, & je n'ai jamais pu suivre les filets du nerf jusque dans la rétine, quoiqu'il y ait des fibres dans le nerf & dans la rétine.

Dans la truie, dans le saumon & dans l'ombre-chevalier, on retrouve la structure des oiseaux; le nerf optique donne à peu près les mêmes membranes, mais il se dilate & forme un arc de cercle; un appendice moins long que dans les oiseaux s'avance pour soutenir la rétine par le côté extérieur: la coupe de la membrane noire, qui laisse passer la moëlle du nerf, est elliptique, & l'un des diamètres est à l'autre comme trois à un, & même dans une plus grande proportion: la moëlle du nerf optique y paroît à nu.

On y voit le nerf optique se terminer par une surface étroite & blanche, dont on peut détacher tous les restes de la membrane noire; cette surface est longue comme dans les oiseaux, une artère en parcourt également la longueur, mais l'éventail y est d'une structure différente: j'ai vu dans la truie la pointe fine de cette queue du nerf optique se partager jusqu'à produire deux ou trois pinceaux, qui se divisent en rayons pour produire des fibres de la membrane arachnoïde, que la membrane pulpeuse recouvre, mais cela est assez difficile à voir; cette membrane pulpeuse sort postérieurement de la circonférence de cet ongle, & elle est née avant que les pointes du nerf optique s'épanouissent, mais elle a toujours un œil différent du nerf.

Dans les oiseaux, une membrane, qui sert de base à leur *peigne*, couvre l'entrée du nerf optique; la moëlle, en pressant le nerf, paroît en forme de vermicéaux dans la même circonférence. Quand cette membrane est enlevée par la macération, la moëlle du nerf optique se trouve à nu & sans couverture; c'est d'elle que naît la rétine. Tout cela est fort visible dans le héron.

Il paroît assez difficile de trouver la raison de cette diversité dans la structure de l'organe principal de la vue des poissons, mais il en résulte une maxime bien utile aux Physiciens; ils doivent se mettre en garde contre les inductions.

SECTION III.

La Rétine.

C'est cette membrane, premier orgue du plus beau des sens, où les poissons ont le mieux récompensé mes peines, il est presque impossible de rien distinguer dans la rétine des bœufs, des moutons & des quadrupèdes presque généralement : il est vrai que l'adresse de Ruych & d'Albinus est parvenue à distinguer dans la rétine un réseau de vaisseaux que recouvre une pulpe blanche; je l'appelle *blanche*, quoiqu'elle soit grisâtre & transparente; car pour la voir il faut nécessairement de l'esprit de vin, qui la rend opaque & qui la blanchit.

Malgré ces heureuses injections, on n'est pas encore parvenu à séparer dans la rétine deux feuillets séparés & entiers, l'un de l'autre; M. Zinn paroît même en désespérer.

Dans les poissons, on voit plus & sans la moindre difficulté; toute la précaution nécessaire se réduit à se servir des yeux les plus frais, car la rétine est trop délicate pour supporter les moindres commencemens de putréfaction, & elle est d'abord détruite: il n'y a qu'à séparer de cette tunique celles qui la couvrent, cela se fait avec facilité; on voit alors, par le vitré, l'agréable spectacle d'une infinité de fibres blanches qui partent ou du cercle terminateur du nerf optique ou de la ligne blanche; ces fibres se portent comme des rayons à la périphérie & vont se terminer au grand cercle de la rétine, qui lui-même est attaché à la membrane vitrée, le long de l'origine de l'uvée; on laisse ensuite l'œil dans de l'eau-de-vie pendant quelques jours, la rétine s'y endureit; elle est naturellement fort épaisse dans les poissons: on tend alors avec un scalpel un peu fin son hémisphère, depuis l'insertion du nerf optique jusqu'à la circonférence; & avec une pincette & le scalpel, on en détache une membrane pulpeuse, souvent comme grêlée en dehors, beaucoup plus épaisse que la choroïde; cette lame est parfaitement lisse du côté de la lame fibreuse & s'en sépare toute entière: il reste alors de la rétine un

hémisphère appliqué sur le corps vitré, formé par une membrane extrêmement fine, transparente dans l'eau-de-vie même, qui soutient & qui réunit les fibres que je vais décrire.

Je l'ai préparé d'une autre manière, en decouvrant l'hémisphère postérieur & en enlevant les trois lames de la choroïde; j'ai enlevé alors, en raclant avec le scalpel, la membrane pulpeuse, & la lame arachnoïde, vingt fois plus fine, à seule couverte le vitre: sans scalpel même & sans art, cette séparation se fait au bout de deux ou trois jours dans la carpe & dans le munier; la lame pulpeuse s'y détache de la circonférence du nerf optique & laisse la lame fibreuse à nu: dans la tanche, la chose est encore plus évidente, les fibres y sont beaucoup plus grosses & plus distinctes; elles y sont naturellement séparées de la membrane pulpeuse; on y voit dans la coupe d'un œil & dans l'hémisphère postérieur, une soucoupe formée par la membrane pulpeuse remplie de fibres qui flottent au gré de l'eau.

Il n'y a donc absolument aucun doute que les poissons n'aient, au lieu de rétine, deux membranes distinctes par tous les attributs, & collées l'une sur l'autre; l'extérieure, plus épaisse que la ruychienne, peut porter le nom de *pulpeuse*, elle l'est effectivement; & l'intérieure, vingt fois plus mince, mérite parfaitement celui d'*arachnoïde*, qui vague depuis qu'on s'est servi du nom de capsule pour le chaton du cristallin. J'ai appris à les séparer sans macération & sans esprit-de-vin sur les plus petits poissons.

Quoique ce soit dans les poissons seuls que l'on voit avec facilité cette structure, je la crois constante dans toutes les classes d'animaux. J'ai trouvé dans le cochon, dans le chat, dans le coq d'inde, dans l'oie & dans le lièvre, le moyen de détacher la membrane pulpeuse de l'arachnoïde; elle s'en sépare dans le chat en raclant la rétine avec un scalpel bien fin, & dans le coq d'inde cela se fait encore plus aisément. La macération seule détache ces grains pulpeux dans tous les animaux.

Ces expériences réunies à celles de Ruyseh & d'Albinus,

vérifiées par M. Mæller, M. Zinn & moi, ne laissent aucun doute, que l'homme même n'ait sa rétine composée d'une membrane musculeuse, & d'une arachnoïde.

Pour les fibres, je les crois également communes à toutes les classes d'animaux ; je les ai découvertes dans le coq d'inde, où elles sont fort apparentes vers l'extrémité de l'*onglet* d'où sort la rétine, & qui est une épiphyse du nerf optique. Dans l'oie j'ai vu la rétine séparée de la lame pulpeuse, rangée en lignes parallèles ; les fibres sont très-apparentes dans le lièvre (parmi les quadrupèdes) quoique beaucoup plus fines que dans les poissons, & il seroit assez étonnant que ces fibres régnaient dans toute la classe des poissons, dans une partie des oiseaux, & dans une partie des quadrupèdes, pendant qu'elles seroient exclues d'une autre partie des quadrupèdes & des oiseaux.

Je ne dis qu'un mot sur les vaisseaux de la rétine des quadrupèdes : ils sont évidemment en partie veineux, & en partie artériels ; leurs troncs sont rouges, & leurs tranches palissent peu à peu, jusqu'à se rendre invisibles ; c'est un exemple évident de la production des vaisseaux artériels du second rang ; elles forment dans le bœuf & dans le cochon, & apparemment dans tous les quadrupèdes, un cercle vasculaire à la grande circonférence de la rétine, qui est coloré de rouge : je n'ai jamais vu ni dans les oiseaux, ni dans les poissons, des vaisseaux rouges sur la rétine ; pour le cercle il paroît être le même que le cercle du vitré que nous allons décrire.

Je fais une seconde remarque sur la rétine des poissons : elle est constamment couverte d'une muscosité noire qui se forme en lames & en grains, & qui s'écoule de la tunique noire de l'œil : cette humeur se retrouve dans les oiseaux & dans les quadrupèdes qui n'ont pas de tapis ; je l'ai vue très-abondante dans l'oie, dans la pie, dans le héron & dans l'homme même ; dans tous ces animaux il est commun de trouver la rétine couverte d'une lame noire, qui s'est détachée de la membrane nysélienne ; en prenant un peu de soin on découvre dans la truite, dans le saumon & dans tous les poissons que j'ai vus, l'hémisphère postérieur de la rétine entièrement recouvert d'une

lame continue, & qui ressemble à une coupe toute noire ; cette mucofité, dont la couleur est extrêmement foncée dans tous les poissons, rend le système de Mariotte impossible, puisqu'elle empêche évidemment les rayons de la lumière, de parvenir jusqu'à la choroïde ; la choroïde ne recevant point de rayons, ne feroit être l'organe de la vue.

La rétine finit au commencement du corps ciliaire, & s'y attache par un cercle renforcé, qui est collé au vitré : je n'ai jamais pu la mener plus loin dans les poissons, ni même dans les oiseaux adultes.

SECTION IV.

Le Vitré & ses Vaisseaux.

Le vitré est fort petit & fort plat dans les poissons, & sur-tout dans la lotte & dans la tanche ; au lieu que les oiseaux & les quadrupèdes ont le vitré placé immédiatement sur la rétine, celle-ci sur la choroïde, & la choroïde sur la sclérotique. Le nerf optique parcourt dans les poissons un grand espace avant que d'arriver jusqu'au vitré ; la lame vasculaire & le muscle en fer à cheval se placent entre les deux lames de la choroïde, & les écartent considérablement ; la chambre du vitré en est raccourcie d'autant.

Malgré sa petitesse on voit des objets intéressans dans le vitré des poissons, qu'on n'a jamais vus dans les autres classes d'animaux : ce sont les vaisseaux antérieurs & postérieurs du vitré.

Les *vaisseaux antérieurs* partent d'un organe propre aux poissons seuls : cette classe d'animaux n'a point de corps ciliaire ; l'uvée est placée immédiatement sur la membrane vitrée ; elle y est fortement collée, & par-là même attachée aux cristallins. Pour donner encore plus de stabilité au cristallin, les poissons ont un lien d'une nature différente dans les différentes espèces : je commencerai par la structure de la carpe, du munier & de la tanche.

Il part de la lame noire de la choroïde de ces animaux une

bande dentelée, recouverte intérieurement par un allongement de la rétine ; un vaisseau rouge considérable se rend dans cette bande ; le tronc en paroît destiné au cristallin, du moins la bande s'y attache-t-elle postérieurement, & j'ai vu du sang dans le vaisseau de cette bande, au delà de sa division.

Avant de s'y rendre, ce même vaisseau donne une branche à droite, & une autre à gauche, dans les limites communes du vitré, de l'uvée & de la rétine : ces branches forment un cercle veineux plus gros, & un cercle artériel plus petit & postérieur ; & les vaisseaux & les cercles sont remplis de sang ; les derniers embrassent toute la circonférence du vitré, & forment un cercle parfait à l'endroit où s'attache la rétine : quelquefois seulement il est terminé par un angle qui réunit les deux troncs circulaires ; de la circonférence postérieure de ce cercle il sort une infinité de vaisseaux qui se rendent dans la membrane vitrée, qui remontent en arrière autour de son plus grand cercle, & qui se répandent en branches toujours plus fines ; ces vaisseaux forment avec les vaisseaux postérieurs, les plus beaux réseaux qu'il y ait dans les animaux : il est vrai qu'ils sont transparens ; on les distingue pourtant aisément à l'œil nu & à la loupe, après une légère macération dans l'esprit de vin : je les distingue mieux dans la lotte, la carpe & le munier, que dans le saumon & dans la truite.

Les vaisseaux postérieurs du vitré naissent d'un grand tronc central de la rétine, exactement concentrique dans le munier, un peu excentrique dans d'autres poissons : ce vaisseau est rouge, & s'applique au pôle postérieur du vitré, qui, comme le pôle de la terre, est un peu aplati ; il y reste toujours un cercle blanc, dont un point noir fait le centre ; le même vaisseau s'y divise subitement, & tout d'un coup en un nombre considérable de rayons, qui s'attachent à la convexité postérieure du vitré, se courbent en arcade autour de son plus grand cercle, & se rendent jusque dans le cercle vasculaire que je viens de décrire ; leurs anastomoses sont fort belles, & leur direction tantôt droite, & tantôt en forme de serpent.

Comme on distingue fort bien la membrane vitrée dans

les poissons, je dois avouer que je n'ai jamais vu entrer ces vaisseaux dans l'intérieur de la substance.

Dans la truite, dans le saumon, dans l'ombre-chevalier & dans la lotte même, la structure n'est plus la même. Dans les premiers de ces poissons, l'entrée du nerf optique & la naissance de la rétine est longue; de l'extrémité antérieure de l'arc, par lequel le nerf optique se termine, il sort deux vaisseaux recouverts d'une gaine noire, & bientôt la ruychienne leur en donne un autre; un nerf ne du nerf ciliaire, qui perce la sclerotique à côté de l'entrée du nerf optique, les accompagne; ils bordent le vitré, & forment un demi-cercle autour de la convexité de l'œil; quand ils sont presque parvenus jusqu'à l'uvée, une prolongation de la membrane noire, & une autre de l'uvée, s'y attachent avec de nouveaux vaisseaux, & il s'en forme une petite cloche, comme parabolique, extérieurement tachetée & blanche en dedans, qui se termine par une pointe; il sort de cette pointe plusieurs filets attachés à la capsule du cristallin postérieurement & extérieurement; la direction de la cloche est en dehors & un peu en arrière: j'y ai vu un des vaisseaux rempli de sang. Le même tronc artériel & veineux, qui sort du nerf optique, donne, dans la truite & dans le saumon, soit près de la sortie du nerf optique, une branche considérable au vitré; elle est remplie de sang, & se divise en deux troncs rouges, dont l'un est plus grand que l'autre; ses branches s'étendent sur la convexité du vitre, à peu près comme dans la carpe; plus près de l'uvée, l'un & l'autre tronc donnent deux branches qui s'écartent de côté & d'autre; elles environnent l'attache de la rétine, comme dans la carpe, & produisent les mêmes branches, moins apparentes que dans la classe des poissons dépourvus de dents.

La lotte, quoique son nerf optique finisse par un cercle, a un vaisseau tout semblable, dont une branche entre dans le vitré, & l'autre forme une cloche attachée au cristallin; ce vaisseau soit à côté du nerf optique: l'ombre-chevalier, espèce de truite, a cette même structure, & de plus un vaisseau transparent qui sort du nerf optique, & qui va joindre à quelque distance la branche destinée au corps vitré.

Il est difficile de définir l'utilité de cette cloche parabolique : il est vrai qu'elle soutient le cristallin, & apparemment y donne-t-elle des vaisseaux ; mais le nerf qui s'y rend, pourroit faire croire que c'est un organe musculueux, quoique je n'y distingue pas de fibres parallèles.

SECTION V.

Le Cristallin.

J'ai peu de chose à dire sur cette partie de l'œil ; elle est fort grande, proportionnellement dans les poissons, & fort convexe même, sans être exactement sphérique ; elle passe par la prunelle pour se montrer dans la chambre antérieure de l'œil, & il n'y a point de chambre postérieure ; on connoit ses lames & son noyau.

Dans le héron le cristallin macéré a formé une étoile de cinq rayons ; mais à côté de ces rayons l'on voyoit clairement des lignes qui partoient du centre, & qui se divisoient en deux branches, & même en un grand nombre de rameaux : dans le saumon, l'étoile est à trois rayons ; mais ces rayons la partagent jusqu'au noyau, & toutes les couches extérieures se séparent sans difficulté : les fibres de ces couches extérieures sont des plus évidentes. Des animaux que j'ai disséqués, la lotte a le cristallin le plus sphérique ; & la pie le plus plat antérieurement.

J'ai fait bien des efforts pour distinguer les vaisseaux du cristallin : j'ai commencé à y réussir dans un oiseau de la classe des canards, mais dont le bec est courbe & le palais armé de quatre rangées de dents ; il vit de poissons & fréquente le lac Lemay ; sa tête est sauve & le reste du corps est blanc.

Dans cet oiseau, il sort une infinité de vaisseaux droits du cercle vasculaire que nous venons de décrire dans les poissons, qui embrasse le vitre dans son union avec la rétine, & que les oiseaux ont à peu près semblable & dans la même place.

Du cercle vasculaire de l'oiseau dont je viens de parler, sortoient

des rayons sans nombre, généralement droits & simples, il y en avoit par-tout aussi d'arqués, d'obliques & de rameux; ils s'attachoient tous au cristallin, plus en arrière que les rayons ciliaires. Je les comparai avec ces rayons, & même avec les petits rayons intermédiaires qui ne s'élèvent point, & je les trouvai beaucoup plus petits & plus nombreux.

Je m'assurai, par l'inspection de cet oiseau, que c'étoient des vaisseaux, parce qu'il y en avoit de semblables sur le vitré qui venoient de la grande circonférence & qui se rendoient dans son cercle vasculaire: les rayons ciliaires n'auroient pu faire de telles impressions pareilles.

Mais la chole est bien plus simple dans les poissons; les poissons n'ont ni corps ciliaires ni rayons, mais le cercle vasculaire du vitré donne au cristallin un grand nombre de vaisseaux qui partent de la partie concave du cercle & qui se rendent en forme de rayons au cristallin, où je les ai suivis dans la capsule; dans le ferrat, qui me paroît une espèce de carpe, ils sont très-difficiles à voir, à cause que l'uvée est collée au vitré; & qu'en ôtant l'uvée pour découvrir la partie du vitré attachée au cristallin, on en déchire la membrane; je n'ai réussi que deux ou trois fois à détacher l'une sans déchirer cette tunique du vitré.

Il me paroît très-apparent que le cercle du vitré se trouvant dans les trois classes d'animaux (en y comptant le cercle de la rétine des quadrupèdes), & donnant dans deux de ces classes des vaisseaux au cristallin, que les quadrupèdes tiennent leurs vaisseaux antérieurs du même cercle.

Pour les vaisseaux postérieurs, les quadrupèdes les tirent du vaisseau central de la rétine: comme M. Albinus a découvert ces vaisseaux dans les oiseaux ils les reçoivent apparemment par le peigne qui s'attache au cristallin, & dont tous les feuillets ont un grand vaisseau rempli de sang qui sort de l'attache du nerf optique & qui suit la longueur du pli; mais tout cela, & même ce que je viens de dire sur les vaisseaux du cristallin des poissons, n'est encore qu'ébauché & demande à être vérifié.

SECTION VI.

Les trois lames de la Chorôïde.

Cette membrane a dans les poissons une structure bien différente de celles des quadrupèdes; dans ceux-ci il est douteux que la lame interne de la chorôïde forme une membrane distincte; dans les poissons il n'y a aucun doute sur cette division.

La véritable chorôïde des poissons *est argentée* dans toutes les espèces que j'ai vues; elle commence à l'endroit où le nerf optique a percé la sclérotique; elle est fort lâche, fort foible & se déchire fort aisément, elle forme l'iris ou la membrane antérieure de l'anneau pupillaire.

La *membrane noire* des poissons répond à la ruyéchienne; elle enveloppe, comme j'ai déjà eu occasion de le dire, le nerf optique à son entrée.

Elle est fort épaisse dans le fond de l'œil, extérieurement lâche & vasculaire, raboteuse intérieurement & semblable à du cuir, souvent parsemée de petits poils; elle est couverte d'une mucosité de couleur de tabac, qui couvre abondamment la surface opposée à la rétine & qui s'attache à la rétine même.

Mais il y a dans les poissons une troisième tunique placée entre les deux membranes que je viens de décrire, c'est la *membrane vasculaire*; elle est fine, mais aisée à démontrer, elle part des enveloppes du nerf optique, un peu au-delà de la naissance de la membrane argentée, & elle forme un entonnoir autour de la moitié postérieure de la membrane noire.

Je l'appelle *vasculaire*, à cause d'une artère & d'une veine considérable qui percent la sclérotique, & qui, divisées en deux branches principales, se collent à la circonférence de cet entonnoir, au bord postérieur de l'organe que je vais expliquer: ces vaisseaux sont remplis de sang; ils donnent une quantité prodigieuse de rameaux qui se divisent & se subdivisent comme les branches des champignons coralloïdes, & qui se plongent dans l'organe que je vais décrire; il n'en ressort aucun pour rentrer dans la tunique noire.

Mém. 1762.

M

L'organe dont je parle est peu connu encore; leovius l'a pris pour une glande, dont il ignore l'usage, & Derham * pour un muscle, auquel il attribue l'usage de changer la longueur de l'œil; c'est un anneau incomplet en fer à cheval, d'un rouge très-vif, plat, couvert d'une membrane fine; partout également large, il fait un peu moins que la circonférence de l'attache de la membrane vasculaire à la membrane noire, & les deux extrémités, peu éloignées l'une de l'autre, se terminent en cul-de-sac: j'ai trouvé cet anneau dans tous les poissons; la carpe en a un autre beaucoup plus petit, placé presque perpendiculairement dans l'intervalle qu'il y a d'une extrémité à l'autre. Il ressemble, quand il est frais, à une gelée rouge ou à un tissu cellulaire abreuvé de sang, & sur-tout à la cellulose, qui dans les oiseaux aquatiques tient lieu de ligament ciliaire: il y a un sillon triangulaire fort étale, préparé dans la membrane noire & fait pour recevoir cet organe, mais il s'y attache fort légèrement: quand il a été macéré dans l'eau de-vie, il ressemble à un muscle. Il se sépare en lames parallèles, qui elles-mêmes sont formées par des fibres droites parallèles entr'elles, & on y voit des vaisseaux innombrables se diviser dans leurs intervalles.

Il est bien difficile de déterminer la nature de cet organe; le nombre des vaisseaux qui vont s'y rendre & qui en sortent, la couleur même fait soupçonner qu'il a du rapport à la circulation du sang.

La Nature attache la forme circulaire dans l'œil; j'ai cité le cercle du vitré. Il y a un cercle veineux un peu plus en avant de la membrane noire, bien marqué dans le lion, dans le coq d'Inde & dans le canard sauvage; dans le dernier de ces animaux il est de la plus grande beauté: ce sont trois cercles rouges fort apparens & placés l'un à côté de l'autre, formés par des vaisseaux de la ruyfchienne, qui se détournent de leur ligne droite naturelle & se vont continuer à ces cercles: l'entre-deux de ces cercles est rayé & couvert d'une cellulaire rouge comme l'organe dont nous venons de parler; l'intérieur est rayé

* *Physical theokg. lib. XVIII, cap. II, p. 104.*

& fait le commencement du corps ciliaire : il y a un autre cercle vasculaire dans les mêmes oiseaux plus en avant & à la circonférence de l'uvée ; il est formé par les artères longues de la choroïde , à peu près comme dans l'homme.

Mais le cercle dont nous parlons , se distingue de tous ces cercles vasculaires par sa grandeur , qui les surpasse infiniment , par l'épaisseur de la substance & par les lames charnues dont il est composé ; c'est un véritable muscle laminé & fibreux , de la nature des sphincters : s'il se raccourcit , il paroît tirer la ruyfchienne contre le nerf optique , & comme le cristallin y est attaché , il doit suivre & se rapprocher de la rétine. Les poissons carnaciers , tels que la truite & le saumon , voient de loin leur proie , c'est apparemment pour la mieux distinguer , que le cristallin se rapproche du nerf optique & que l'œil s'accourcit : il s'ensuit que le pinceau de rayons ne se ferme pas entre la rétine & le cristallin , mais qu'il se prolonge jusqu'à cette membrane. C'est un peu au-delà de ce cercle que la tunique argentée va s'attacher à la membrane noire , à laquelle elle va servir d'enveloppe extérieure ; c'est elle qui forme l'iris , & la membrane noire produit l'uvée.

Je n'ai point trouvé de *tapis* aux poissons & aux oiseaux que j'ai disséqués ; il manque aussi au cochon , au lièvre & à plusieurs autres quadrupèdes.

SECTION VII.

Sur l'Uvée & le Corps ciliaire.

Dans les poissons , l'iris est fort distinct de l'uvée , il est ordinairement argenté ; on le sépare sans peine de l'uvée qui est brune & qui a des vaisseaux rouges , dans lesquels je n'ai point remarqué de direction particulière.

L'uvée a des fibres assez mal marquées , & je n'ai point vu de contraction à la prunelle des poissons que j'irritois ; elle est également insensible aux variations de la lumière , comme je l'ai souvent vu , en exposant des poissons en vie à la forte flamme d'une bougie fort voisine , & en observant l'œil pendant

que cette bougie s'éloignoit. Je vais rapporter ici un phénomène bien singulier & qui ne m'a réussi qu'une fois, mais que j'ai vu bien réellement.

Je distillerois les yeux d'un jeune chat; la prunelle étoit extrêmement élargie, elle l'est dans tous les animaux morts ou mourans que j'ai vus; le cristallin en paroïtoit opaque, je voulus lui rendre la transparence par la chaleur, à l'imitation de M. Petit: je mis l'œil sur un fourneau médiocrement chaud, & je le repris bientôt pour en continuer la distillation; c'étoit vingt-trois heures exactes après que l'animal eut été noyé: quelle fut ma surprise après une minute ou deux, en examinant cet œil, de trouver la prunelle rétrécie au dernier point & l'iris d'une largeur qui me permit de voir cette admirable structure, dont l'homme est également orné: il y a dans l'iris un cercle extérieur qui paroît vasculaire. Les fibres s'étoient presque redressées par l'extention que l'iris avoit soufferte, & se rendoient de sa circonférence au cercle rayonné, qui est à quelque distance de la prunelle: ce cercle ressemble à la manière dont on peint les étoiles, c'est un polygone courbé circulairement, dont les angles sont alternativement saillans & rentrans. Il est précisément le même dans l'homme, & il y donne, comme dans le chat, de seconds rayons qui vont se terminer à la prunelle même. Un duvet fort fin recouvre ces fibres.

Ce mouvement, arrivé tant d'heures après la mort, ne me réussit point dans d'autres chats du même âge, & l'explication du phénomène paroît bien difficile: c'est un nouvel exemple d'un mouvement animal très régulier, auquel on ne sauroit dire que l'ame ait eu la moindre part.

Quelque temps après, la prunelle se dilata d'elle-même, & ce fut sur-tout la distance du cercle rayonné de la prunelle même, qui s'augmenta.

Les quadrupèdes & les oiseaux ont le corps ciliaire, fait à peu près de même: ce sont des lignes qui partent de la choroïde en serpentant, qui s'élèvent peu à peu, se détachent à la fin de l'uvée, & se posent sur le cristallin; elles sont recouvertes

dans plusieurs quadrupèdes, & sur-tout dans le cochon, d'un réseau admirable, à mailles serrées & presque carrées; je l'ai retrouvé dans le canard sauvage: dans le lièvre, ce sont des membranes flottantes qui, après s'être élevées, redeviennent plus étroites, & s'attachent à des fibres de l'uvée, comme des drapeaux à demi déployés autour de la pique.

On a beaucoup disputé sur ce corps ciliaire, & on l'a regardé même assez généralement, comme une espèce de muscle, propre à pousser le cristallin contre la cornée, & par conséquent à faire rencontrer sur cette dernière membrane des rayons qui, sans ce mouvement, se feroient réunis avant que d'arriver jusqu'à elle.

M. Zinn a cru s'assurer que les flocons qui sont couchés sur le cristallin, ne s'y attachent point du tout; & je crois que c'est assez l'apparence qui s'offre dans les quadrupèdes & dans les oiseaux.

Mais comme j'ai eu des occasions répétées de voir le cristallin déplacé, sur-tout dans les yeux des quadrupèdes trop long-temps conservés, je me suis occupé à chercher quelque lien qui pût retenir le cristallin dans l'état naturel; il ne s'en offre aucun, dès qu'on abandonne le corps ciliaire: le vitré s'y attache, à la vérité, par la zone ciliaire qui forme le cercle godronné de Petit; mais le vitré lui-même n'a rien qui l'attache dans les quadrupèdes; à peine lui connoît-on quelques vaisseaux par une espèce de conjecture; il n'y auroit donc pour retenir le cristallin que le vaisseau central, si faible, si long & si aisé à plier.

Tout bien considéré, je soupçonne, malgré les apparences contraires dans l'œil du cadavre, que le corps ciliaire est fait en partie pour soutenir le cristallin; ses rayons paroissent tenir à la capsule du cristallin par la colle noire, qui dans le vivant sert apparemment à les fonder jusqu'à un certain degré à cette capsule; & leur tranchant s'engageant dans les sillons du cercle godronné, paroît s'y coller encore par la même mucosité noire.

L'Anatomie comparée vient ici à mon secours: dans le chat, le cristallin tient à ces rayons assez fortement; il les tire & les étend quand on l'éloigne. Il est vrai qu'on peut;

54 MÉMOIRES DE L'ACADÉMIE ROYALE
avec un pinceau fin, détacher ces mêmes rayons & les replier ; mais c'est apparemment en les décollant , car d'eux-mêmes ils soutiennent une violence assez considérable sans abandonner le cristallin. Dans le héron , la chose est plus évidente ; cet animal a l'œil fort grand , & sur-tout fort large , & le cristallin large dans la même proportion. Dans cet animal , les rayons ciliaires s'attachent inséparablement à la capsule , à une distance considérable plus en devant & en dedans que son plus grand cercle.

Mais dans ce même héron , un œil laissé dans la tête pendant quatre jours , a eu le cristallin mobile & les rayons ciliaires entièrement détachés comme dans les quadrupèdes.

Si donc la pourriture détache le cristallin & le rend roulant , c'est en dissolvant la mucosité noire , qui dans les mêmes sujets , rend alors l'humeur aqueuse d'une couleur de café , & qui par conséquent décolle les rayons ciliaires , & d'avec le cristallin & d'avec la zone ciliaire.

Si dans les cadavres les rayons ciliaires plient ou se laissent détacher , je suis persuadé que c'est un commencement de pourriture qui les a décollés dans les sujets qu'a vus M. Zinn , & que j'ai vus.

SECTION VIII.

Sur la Cornée.

Je ne dis qu'un mot sur cette membrane , elle est fort plate dans les poissons , mais cela n'est pas général ; la lotte l'a aussi convexe que l'homme ; elle est fort mince dans les oiseaux aquatiques.

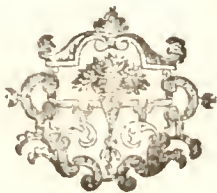
L'humeur aqueuse qu'on a dit manquer aux poissons , ne leur est pas tout à fait refusée ; ils en ont tous , & quelques-uns d'eux considérablement , comme la lotte & même le saumon. Il est vrai qu'elle est visqueuse dans une partie des poissons , mais elle bien fluide dans le saumon. L'humeur vitrée est gluante au point de se laisser dépouiller de sa membrane & de se soutenir dans cet état. Je n'ai point distillé de chouette :

le quadrupède qui m'a paru avoir le plus d'humeur aqueuse, c'est le lièvre; la cornée est aussi la plus convexe.

La sclérotique des oiseaux aquatiques est composée de deux lames; l'extérieure est membraneuse, l'intérieure est de corne fine & transparente: elle s'unit avec la cornée par un biseau très-apparent, en remontant sur elle extérieurement. Dans le lièvre, elle renferme la sclérotique & se prolonge, & le long de l'intérieur de cette membrane & le long de sa surface extérieure; l'extrémité de la sclérotique s'insinue entre les deux prolongations de la cornée, la cornée y est fort épaisse & ses lames innombrables. Dans le saumon, la sclérotique est un cartilage de plus d'une ligne d'épaisseur, près de l'entrée du nerf optique: dans tous les poissons elle tient du cartilage & même de l'os à quelque distance de l'uvée.

Je n'ai encore disséqué que quatre espèces de truites, le saumon, la truite du lac Lemán, la petite truite des Alpes & l'ombre-chevalier, qui a le même caractère. J'ai disséqué encore trois carpes, la carpe ordinaire, le munier & le fenat.

La tanche & la perche sont les autres poissons dont je me suis servi.



M É T H O D E

Pour trouver avec la plus grande précision le mouvement horaire de Vénus ou de Mercure dans leurs passages sur le Soleil.

Par M. DE LA LANDE.

3^e Juillet
1702.

LA manière d'observer & de calculer le passage de Vénus, que j'ai expliquée, & dont j'ai fait l'application dans mon Mémoire sur celui de 1761, exige une connoissance rigoureuse & exacte du mouvement horaire; j'ai reconnu cependant qu'avec les calculs ordinaires des Tables astronomiques, il étoit difficile de ne pas se tromper d'une demi-seconde sur la quantité de ce mouvement horaire: c'est cette erreur que je me propose d'éviter, en calculant jusqu'à la précision d'un centième de seconde, le mouvement horaire tant héliocentrique que géocentrique; l'inclinaison de l'orbite apparente, qui dépend du rapport de ce mouvement horaire avec celui du Soleil, se trouvera beaucoup plus exactement, au lieu que par la méthode ordinaire les Astronomes ne pouvoient s'assurer à 10 ou 15" près de la quantité de cette inclinaison.

Quand je parle de calculer le mouvement géocentrique, à un centième de seconde près, je ne veux pas dire que tous les élémens, dont on est obligé de se servir, comportent une si grande précision; mais il s'agit d'observer la cohérence des hypothèses, c'est-à-dire, de trouver rigoureusement, à un centième de seconde, & sans le secours des Tables, ce qui doit résulter des élémens qui y sont employés, en les faisant servir directement à trouver le mouvement horaire.

Je puis même ajouter que l'inégalité de ce mouvement horaire dans l'espace de quelques heures, négligée jusqu'ici par tous les Astronomes, & qui mérite d'être employée lorsqu'il s'agit

s'agit de Mercure, se trouvera par ma méthode, avec la précision toute entière du calcul, c'est-à-dire, à un centième de seconde, & mieux encore, si on le veut; tous les éléments des Tables sont assez connus pour cela. J'ai indiqué * la difficulté de trouver ce mouvement horaire de Mercure, en parlant du passage de 1753.

* *Mém. Acad.*
1756, p. 265.

Pour trouver le mouvement horaire vu du Soleil, avec le moins d'opérations possibles, je suivrai la méthode indirecte des anomalies vraies, dont j'ai donné le procédé & la démonstration dans les Mémoires de l'Académie pour 1755, p. 204, & qui consiste dans ces deux analogies:

La racine de la distance périhélie
est à la racine de la distance aphélie,
comme la tangente de la moitié de l'anomalie vraie
est à la tangente de la moitié de l'anomalie excentrique.

Le rayon
est au sinus de l'anomalie excentrique,
comme l'excentricité réduite en secondes
est au nombre de secondes qu'il faut ajouter à l'anomalie
excentrique pour avoir l'anomalie moyenne.

L'excentricité réduite en secondes, n'est autre chose que la distance du centre au foyer de l'ellipse divisée par la moitié du grand axe, & multipliée par $57^d\ 17'\ 44'',5$, dont le logarithme est 53144251.

Ces deux analogies se font pour chaque planète par le moyen de deux logarithmes constants; le premier est 0,0030320 pour Vénus, & 0,0907135 pour Mercure; le second est 3,1583617 pour Vénus, & 4,6280604 pour Mercure: le premier s'ajoute au logarithme de la tangente de la moitié de l'anomalie vraie pour avoir celui de la tangente de la moitié de l'anomalie excentrique; le second s'ajoute au logarithme du sinus de cette anomalie excentrique trouvée, pour avoir le logarithme du nombre de secondes dont l'anomalie vraie la surpasse, l'une & l'autre étant comptée depuis l'aphélie jusqu'à 180 degrés

Mém. 1762.

N

seulement, c'est-à-dire en supposant qu'on prenne le supplément de ces anomalies si elles surpassent 180 degrés.

Si l'on nomme u l'anomalie vraie, x l'anomalie excentrique, a la distance aphélie, e l'excentricité, p la distance périhélie, & n le nombre de secondes qu'il faut ajouter à l'anomalie excentrique pour avoir la moyenne, la première analogie donnera $\text{tang. } \frac{1}{2} x = \text{tang. } \frac{1}{2} u \sqrt{\frac{a}{p}}$; donc en prenant les différentielles des deux termes de cette équation, on aura $\frac{dx}{(\text{cof. } \frac{1}{2} x)^2} = \sqrt{\frac{a}{p}} \cdot \frac{du}{\text{cof. } \frac{1}{2} u^2}$; donc la valeur de dx est celle-ci, $dx = u \frac{\text{cof. } \frac{1}{2} x^2}{\text{cof. } \frac{1}{2} u^2} \sqrt{\frac{a}{p}}$, d'où il sera aisé, quand on connoîtra le mouvement vrai, de trouver le mouvement de l'anomalie excentrique avec la même précision.

La seconde analogie donne cette équation, $u = e \sin. x$; donc $du = e \cos. x dx$; ainsi connoissant le mouvement de l'anomalie excentrique, on aura la petite quantité du , qu'il faut ajouter au mouvement de l'anomalie excentrique, pour avoir le mouvement de l'anomalie moyenne.

Ainsi de la supposition qu'on a faite sur le mouvement vrai, l'on a déduit le mouvement moyen; si ce dernier diffère de celui que l'on connoît par les Tables, & qui est constant, ce sera une preuve que la première supposition n'a pas été exacte, & l'on verra facilement de combien elle s'écartoit du vrai.

Je demande, par exemple, le mouvement vrai de Vénus vu du Soleil le 6 Juin 1761, au temps du passage qu'on observa sur le Soleil & à l'heure de la conjonction; l'anomalie vraie étoit de 10^e 8^d 8', l'anomalie excentrique 10^e 7^d 49', & l'anomalie moyenne 10^e 7^d 30'; le mouvement horaire moyen est de 4' 0",32, suivant les Tables, comme il est aisé de le trouver, en divisant le mouvement de 100 jours par 2400, afin d'avoir en centièmes de secondes le mouvement horaire moyen.

Pour trouver exactement combien le mouvement vrai diffère

du mouvement moyen, supposons le mouvement vrai déjà à peu près connu, par exemple de $4' 0''$, qui est le mouvement moyen lui-même, il est permis de prendre l'un pour l'autre dans cette première supposition : nous allons chercher le mouvement moyen qui devrait avoir lieu si le mouvement vrai étoit de $4' 0''$.

On doublera le logarithme du co-sinus de la moitié de l'anomalie excentrique, ou de $26^d 5'$; on en ôtera le double du logarithme du co-sinus de la moitié de l'anomalie vraie, ou de $25^d 56'$, on aura le logarithme 9.998841 , qui, ajouté avec le logarithme constant 0.003032 , qui est la moitié de la différence des logarithmes de la distance aphelie & de la distance périhelie, & avec celui du mouvement vrai, supposé de $4' 0''$, donnera le logarithme de $4' 1''.02$; c'est le mouvement de l'anomalie excentrique, répondant à ce mouvement vrai.

Le logarithme de ce mouvement ajouté avec celui du co-sinus de l'anomalie excentrique & avec le logarithme de l'excentricité réduite en secondes, qui pour Vénus est 7.843955 , donne le logarithme d'un nombre de secondes, qu'il faut soustraire dans le second & le troisième quart d'anomalie moyenne, ajouter dans le premier & le quatrième, pour changer le mouvement de l'anomalie excentrique en mouvement moyen; cette quantité se trouve dans notre exemple de $1''.02$, qui ajoutée avec $4' 1''.02$, donne $4' 2''.04$, mouvement moyen, plus grand de $2''.04$ que le mouvement vrai supposé. Cela suffit pour me faire connoître ce qu'il faut ôter du mouvement moyen des Tables $4' 0''.32$ pour avoir le mouvement vrai; il sera par conséquent de $3' 58''.28$. En recommençant le calcul, avec cette supposition du mouvement horaire vrai, les autres nombres étant toujours les mêmes, on trouve, pour le mouvement moyen $4' 0''.32$, le même que celui des Tables, ce qui prouve l'exactitude du mouvement vrai supposé.

Ayant trouvé le mouvement horaire de la planète dans son orbite, il faut trouver ce mouvement horaire sur l'écliptique.

Soit NC l'orbite de la planète, ND l'écliptique, CD la

La Figure est
à la suite
du Mémoire
sur la Comète
de 1762.

latitude de la planète, N l'angle d'inclinaison, on aura AC pour le mouvement de la planète dans son orbite, que nous venons de trouver; on a aussi $AB = AC \sin. C$; & comme par la trigonométrie ordinaire, $\sin. C : R :: \cos. N : \cos. CD$, on a $\sin. C = \frac{\cos. N}{\cos. CD}$; donc $AB = \frac{AC \cdot \cos. N}{\cos. CD}$, mais ED , qui est le vrai mouvement en longitude rapporté sur l'écliptique, est égal à $\frac{AB}{\cos. CD}$; donc $ED = \frac{AC \cdot \cos. N}{\cos. CD^2}$.

Si la latitude CD est très-petite, comme dans les passages de Vénus & de Mercure sur le Soleil, le carré du co-sinus est sensiblement égal à l'unité, & l'on a simplement $ED = AC \cos. N$, en sorte qu'il suffit de multiplier le mouvement horaire trouvé ci-dessus $3' 58'', 28$ dans l'orbite, par le co-sinus de l'inclinaison de l'orbite, qui est de $3^d 23' 20''$, & l'on aura le mouvement horaire en longitude $3' 57'', 86$.

Pour trouver le mouvement horaire en latitude, je considère que $CB = AC \cdot \cos. C$; mais par la trigonométrie sphérique, on a $\cos. C = \cos. N \cdot D \cdot \sin. N$; donc $CB = AC \cdot \cos. ND \sin. inclinaison$. Ainsi, comme la distance ND de Vénus à son nœud n'étoit que de $1^d 4'$ au temps de la conjonction de Vénus sur le Soleil, on trouvera facilement que CB , ou le mouvement horaire en latitude, étoit de $14'', 08$.

Le mouvement horaire du Soleil étoit alors de $2' 23'', 40$, la différence des mouvemens horaires en longitude étoit donc de $74'', 46$; si l'on fait cette proportion, la différence des mouvemens horaires est au mouvement horaire de Vénus en latitude, comme le rayon est à la tangente de l'angle, on aura $8^d 28' 47''$, inclinaison de l'orbite relative de Vénus, en supposant le Soleil fixe, ou si l'on veut, l'inclinaison sous laquelle Vénus nous paroissoit s'éloigner du Soleil.

Le cosinus de cette inclinaison apparente étant multiplié par la différence des mouvemens horaires du Soleil & de Vénus sur l'écliptique, donne le mouvement relatif de Vénus sur son orbite apparente, vu du Soleil, par rapport à la Terre supposée fixe $95'', 50$.

Lorsqu'on a les mouvemens de Vénus vus du Soleil, par rapport à la Terre supposée fixe, il ne faut que les augmenter dans le rapport des distances de Vénus à la Terre & au Soleil, pour avoir les mouvemens de Vénus vus de la Terre; il suffira d'ajouter le logarithme constant 0,400243, différence des logarithmes des distances de Vénus au Soleil & à la Terre, aux logarithmes de 94",46, 95",50 & 14",08. On aura ainsi les mouvemens vus de la Terre par rapport au Soleil, supposé fixe, savoir, 3' 57",40 sur l'écliptique, 4' 0",03 sur l'orbite relative de Vénus, & 35",39 par rapport à l'écliptique, c'est-à-dire pour le mouvement en latitude.

Cette méthode sera très-utile dans les passages de Mercure sur le Soleil pour déterminer avec précision l'inégalité qui a lieu dans son mouvement pendant l'espace de quelques heures que dure le passage; il seroit même impossible de trouver, à une ou deux secondes près, cette inégalité par l'usage ordinaire des Tables astronomiques, il faut absolument recourir à des formules semblables à celles que j'ai données dans ce Mémoire.

On trouvera une application plus étendue dans le XI.^e Livre de mon *Astronomie*, qui est actuellement sous presse, où j'ai donné un Traité assez étendu des passages de Mercure & de Vénus sur le Soleil.



M É M O I R E

SUR LES

*SALINES DE FRANCHE-COMTÉ,**Sur les défauts des Sels en pain qu'on y débite,
& sur les moyens de les corriger.*

Par M. DE MONTIGNY.

21 Avril
1762.

J'AI rassemblé dans ce Mémoire les résultats d'un très-grand nombre d'expériences & d'opérations que j'ai exécutées par ordre du Roi en 1760 & 1761 aux Salines de Franche-comté, à l'occasion de quelques plaintes portées à Sa Majesté contre la mauvaise qualité des sels de Montmorot. Ces plaintes contenues, tant dans les Remontrances faites au mois d'Août 1759, qu'en différens Mémoires adressés à M. le Contrôleur général, portent en substance : « Que les salines de Montmorot
 » produisent un sel pierreux & corrosif, qui donne un mauvais
 » goût aux fromages ; que les habitans des Montagnes obligés
 » de s'en servir, éprouvent une diminution considérable dans le
 » débit des fromages, principale branche de leur commerce,
 » source presque unique de leurs revenus ; que si l'on emploie le
 » sel de Montmorot en quantité suffisante pour pénétrer la pâte
 » des fromages, son acrimonie les brûle, les dessèche, & leur
 » donne une amertume insupportable ; que si pour éviter ces ac-
 » cidens on emploie une moindre quantité de sel, on tombe
 » dans un autre inconvénient qui n'est pas moins préjudiciable,
 » qu'alors il se forme sur toutes les surfaces une croûte dure,
 » au-delà de laquelle le sel ne pénètre pas, que les extrémités
 » sont amères & arides, & que le dedans n'étant imprégné
 » d'aucune partie saline se corrompt aisément ; que ces incon-
 » véniens causent des pertes irréparables ; qu'il en est à peu près
 » de même des viandes salées ; qu'enfin les habitans de la

Province accoutumés à donner du sel aux bestiaux, observent « que l'usage du sel de Montmorot leur est pernicieux, qu'il « occasionne des maladies & la mortalité des nourrissons, d'où « résulte la rareté & la cherté du bétail en Franche-comté. »

Des objets de cette importance ne pouvoient pas manquer de fixer l'attention du Ministère. M. de Trudaine, Intendant des Finances, l'un des Honoraires de cette Académie, dont le zèle pour le bien de l'État, & pour le progrès des Sciences, ne laisse échapper aucune occasion de diriger nos travaux à l'utilité publique, ayant proposé à M. le Contrôleur général de faire examiner à Paris les sels & les eaux salées des salines de Salins & de Montmorot, je fus chargé de ce travail conjointement avec M. Hellot : en même temps M. Desnans, Conseiller honoraire au Parlement de Franche-comté, Commissaire du Roi aux salines de cette Province, Membre de l'Académie de Besançon, fut chargé d'envoyer à Paris quelques livres des différens sels qui se fabriquent, tant en pains, qu'en gros & petits grains aux salines de Salins & de Montmorot, avec plusieurs bouteilles remplies des eaux des différentes sources salées de ces deux endroits. Cet envoi nous fut remis au mois de Mars 1760, & peu après nous en reçûmes un second fait par le Fermier général de tournée qui se trouvoit alors aux salines ; je fais mention de ces deux envois, parce que nous y trouvâmes des différences assez remarquables pour penser qu'on ne pourroit connoître bien complètement les défauts des sels, & particulièrement des sels en pain, qu'en examinant leur formation sur les lieux mêmes dans le travail en grand. Le temps ne me permet pas d'entrer ici dans le détail des expériences que nous avons faites à Paris séparément, & que nous avons ensuite répétées ensemble, M. Hellot & moi, pour analyser les eaux, & pour comparer les sels des deux salines de Franche-comté, j'en exposerai seulement les résultats ; les expériences nous ont fait connoître que les eaux de tous les puits salés, tant de Salins que de Montmorot, contiennent en dissolution avec le sel marin ou *sel gemme*, des gypses ou *selénites* gypseuses, sels composés de l'acide

Principes
contenus dans
les eaux.

vitriolique engagé dans une base terreuse, du sel de Glauber, (sel composé de l'acide vitriolique uni à la base du sel marin) des sels déliquescens, composés de l'acide marin engagé dans une base terreuse; une terre alcaline très-blanche que l'on sépare du sel gemme lorsqu'on le tient long-temps en fusion dans un creuset, enfin une espèce de graise très-fine, & quelques parties grasses bitumineuses ayant une forte odeur de pétrole. Les eaux de toutes les sources salées de Salins qui se rassemblent dans le puits d'Amont, dans le puits à Gray, & dans le puits à Muire, de même les eaux du puits de Lons-le-Saunier, de l'étang du Saloir & du pré Cornoiz qui fournissent la saline de Montmorot, nous ont paru constamment imprégnées de ces différentes matières salines en plus ou moins grande quantité, les unes sont chargées de beaucoup de gypse, telles que les eaux du puits de Lons-le-Saunier, foibles en salure, d'autres plus salées sont très-amères, à raison du sel de Glauber qu'elles contiennent, enfin toutes ces eaux, sans excepter aucune des sources de Salins ni de Montmorot, portent un principe alkali surabondant qui se manifeste en ce qu'elles teignent en vert le sirop violat, en ce qu'elles rétablissent la teinture de tournesol rougie par un acide, en ce qu'elles absorbent des quantités sensibles d'acide végétal avant que de donner aucun signe d'acidité, c'est cette même terre alcaline dont j'ai parlé ci-dessus: devenue soluble par son union avec un acide, elle passe à travers les filtres; mais n'étant point saturée par cet acide, elle agit dans toutes les eaux comme terre absorbante; en effet, quand on y mêle des solutions de vitriol vert, de vitriol bleu & autres sels métalliques, elle les décompose & précipite leur base, parce que les acides ont moins d'affinité avec les substances métalliques, qu'avec les terres absorbantes; par un grand nombre d'expériences dont je supprime le détail, j'ai démontré l'existence de cet alkali terreux surabondant, non-seulement dans les eaux des puits cités ci-dessus, mais dans chacune des sources & des filets d'eau salée qui s'y joignent après les avoir scrupuleusement examinées en les faisant passer en même temps par les mêmes

épreuves.

épreuves. Cette observation fuffiroit feule pour établir que les eaux ni Les fels des falines de Franche-comté, foit de Salins, foit de Montmorot, ne peuvent être mêlés d'aucun vitriol de fer, de cuivre ou de zinc, &c. parce que cette terre alkaline doit enlever l'acide vitriolique des bafes métalliques auxquelles il feroit uni dans la terre ; d'ailleurs, ces fels métalliques, fi les eaux en apportent, feroient décompofés pendant l'ébullition dans les poêles où l'on forme le fel ; & pour qu'il en reflât quelqu'atome, il faudroit que toute la terre alkaline fût faturée ; ce qui n'arrive pas, les eaux grasses, c'est-à-dire, les eaux qui reflent à la fin des cuites, donnant les mêmes marques d'alkalicité que les eaux des fources, prifes au débouché de leurs canaux fouterreins.

Les fels en petits grains, tant de Salins que de Montmorot, fe font trouvés pareillement furchargés d'un alkali terreux ; leurs ^{Imperfection du fel en petits grains.} folutions teignent conftamment en vert le firop violat, abforbent des quantités fenfibles d'acide végétal, rétabliffent la teinture de tournefol rougie par un acide : ces fels ne font donc pas dans l'état de neutralité parfaite qui convient au fel marin, & qu'on trouve dans le fel de mer.

Le fel à gros grains de Montmorot eft le feul que nous ^{Pureté du fel à gros grain.} ayons trouvé parfaitement neutre ; le firop violat mêlé avec la folution, y conférve fa couleur bleue pendant plufieurs jours, comme avec la folution du fel de mer, qui, dans toutes les épreuves, a toujours fervi de terme de comparaifon ; on ne voit ni dans l'une ni dans l'autre aucun indice d'alkali furabondant : ce fel tiré des mêmes eaux que le fel à petits grains, mais formé par une évaporation beaucoup plus lente, vient en criftaux plus gros, très-réguliers, & en même temps beaucoup plus purs ; on l'obtient par une chaleur, telle que la main plongée dans la muire peut la fupporter ; au lieu que les fels en menus grains fe forment dans une muire toujours bouillante, & viennent en petits criftaux mal figurés : fi les eaux des fontaines falées ne contenoient que du fel gemme en diffofution, l'évaporation de ces eaux plus lente ou plus prompte n'influeroit en rien fur la pureté du fel.

Mém. 1762.

Q

Mais lorsqu'elles sont chargées de matières étrangères, comme les sources de Franche-comté, on ne peut parvenir à bien séparer les différentes substances salines, que par une très-lente évaporation ; au contraire on les mêle ensemble quand on les fouette sans cesse par une forte ébullition, comme il arrive dans la formation des sels à menus grains de Salins & de Montmorot.

Défauts
du sel en pain.

C'est avec ces sels, très-inférieurs en qualité au sel à gros grains de Montmorot, qu'on fabrique dans l'une & dans l'autre saline les sels en pain, dont l'usage est général dans toute la Franche-comté : ces pains sont de différens moules & de différens poids, depuis deux livres & demie jusqu'à dix-huit livres ; pour les former on détrempé le sel à menu grain avec de l'eau grasse ; on appelle ainsi l'eau qui reste à la fin des cuites après l'extraction du sel, soit qu'on la prenne au fond des poêles ou dans les bassins qui reçoivent les égouts des sels : cette eau, de couleur jaunâtre, plus ou moins épaisse, coulant comme de l'huile, est très-piquante, très-amère & d'une saveur presque insoutenable ; il faut la distinguer de l'eau mère qui en fait partie, en ce que celle-ci ne contient plus que des sels déliquescens à base terreuse, qu'on ne peut avoir en cristaux ; au lieu que l'eau grasse contient encore des sels cristallisables : dans l'analyse que nous en avons faite, elle a fourni du sel marin, des scénites, du sel de Glauber, du sel marin à base terreuse, une terre calcaire & des matières grasses : ces différentes substances y sont unies de manière qu'il est assez difficile de les séparer.

Formation
des pains de sel.

Le sel à menu grain étant bien abreuvé de ces eaux impures, on l'accumule dans un moule de bois étalonné, on le bat avec les mains pour lui donner un premier degré de consistance, on le tire du moule en le renversant & le faisant tourner sur une écuelle plate garnie de sel, d'où on l'enlève en le faisant couler avec la main : à mesure que les pains sortent du moule, on les met égoutter sur un lit de sel, & peu de temps après on les range par files sur des lits de braises ardentes, où ils restent pendant vingt-cinq, trente & même quarante

heures, jusqu'à ce qu'ils aient acquis la sècheresse & la dureté nécessaires pour résister au transport; telle est la formation du sel en pain que tous les corps & toutes les communautés du comté de Bourgogne préfèrent depuis long-temps aux sels cristallisés, fabriqués dans les mêmes salines pour les cantons Suisses. Les raisons de préférence consistent, 1.^o en ce que cette forme garantit le sel de l'humidité qu'il contracte aisément en restant à l'air; les pains renfermant une assez grande quantité de sel sous une petite surface, donnent moins de prise aux vapeurs aqueuses répandues dans l'air, que ne feroit la somme de toutes les petites surfaces séparées d'une pareille masse de sel en grains: 2.^o ces pains formés dans des moules étalonnés, préviennent les embarras & les discussions qui peuvent arriver dans le mesurage des sels en grains: 3.^o ils ne sont point sujets aux infidélités que pourroient commettre les Voituriers ou ceux qui distribuent les sels de la seconde main; mais ces avantages sont plus que compensés, par plusieurs défauts essentiels qui les rendent très-inférieurs en qualité & beaucoup moins propres aux usages domestiques que les sels formés en cristaux.

Premièrement, on n'emploie à la formation des pains que du sel à menus grains, ou plutôt du sel formé en flocons dans une eau presque toujours bouillante, dont le grand mouvement nuit à la séparation des matières qui flottent avec le sel dans ces mêmes eaux; ce sel n'est jamais parfaitement neutre, on trouve des parties calcaires & des aiguilles gypseuses dans sa solution.

Secondement, pour unir ensemble les grains de ce sel, on les abreuve, on les détrempe, comme je l'ai déjà dit, avec l'eau qui reste à la fin des cuites, & qui contient par conséquent toutes les impuretés que portent les eaux salées; on remêle donc avec le sel, & l'on enferme dans l'intérieur des pains le sel de Glauber, les sélénites, les sels déliquescens, les parties calcaires & les matières grasses qu'on en avoit séparées dans les poëles, on les fixe dans la partie intérieure des pains par le dessèchement sur la braise. Dans les nombreuses analyses que j'ai faites des sels en pain, soit de Salins, soit de Montmorot, j'ai constamment trouvé ces différentes matières mêlées en différentes

proportions , mais toujours en petite quantité , relativement à ce qu'ils contiennent de sel marin.

Troisièmement , lorsqu'on desèche les pains de sel sur des braises ardentes , on leur fait subir une sorte de calcination qui les altère & les décompose en partie ; l'eau qui s'en dégage entraîne avec elle une petite portion de l'acide marin , essentielle à ce sel neutre ; on augmente cette décomposition par la combustion des matières grasses qui se consomment dans la partie inférieure des pains ; elles y laissent souvent un charbon empyreumatique de très-mauvaise odeur : enfin l'application immédiate du feu sur une partie du pain de sel , occasionne une combinaison nouvelle du phlogistique des charbons avec la base alkalinale du sel marin dont l'acide est dégagé ; c'est un *hepar sulphuris* qui se forme au contact du pain de sel avec la braise. On s'en aperçoit aisément en travaillant les solutions de sel en pain. M'étant souvent attaché à convertir des quantités données de ce sel en cristaux réguliers & purs , j'ai constamment observé que les cuilliers d'argent , dont je me servois pour enlever les sels grainés à mesure qu'ils se formoient dans les capsules , se ternissoient en peu de temps & se couvroient de grandes taches noires , comme il arrive lorsque l'argent est exposé à la vapeur du soufre , ou lorsqu'il est trempé dans une solution d'*hepar*. Enfin lorsqu'on dissout les pains de sel , on en sépare , au moyen des filtres , quelques gros de cendres & de charbon qui restent toujours incrustés dans leur partie basse. Tous les défauts que je viens d'exposer , appartiennent également aux sels de Salins & de Montmorot ; mais il en est d'autres qui les distinguent , & d'autres encore qui leur sont communs , qu'on ne pouvoit apercevoir que dans la province : ceux-ci dépendent des mauvaises manipulations , presque inevitables dans le travail en grand. Les pains de sels envoyés à Paris n'étoient pas choisis parmi les plus imparfaits ; & les matières étrangères que nous en avons tirées , M. Hellot & moi , étoient en trop petite quantité pour qu'on put leur attribuer tous les mauvais effets énoncés dans les plaintes du Parlement de Blanscon ; mais il nous étoit facile d'apercevoir que tous ces défauts

Tout de soufre.

pouvoient être souvent augmentés par la négligence des préposés à la formation des sels ; que si, par exemple, on n'enlevoit point exactement tout le schelot, c'est-à-dire le gypse qui se précipite au fond des poêles avant la formation du sel dans le travail en grand ; ce gypse tiré par le rable au bord de la poêle & mêlé dans le sel à la fin des cuites, peut occasionner quelquefois un mélange de plusieurs onces de gypse prises dans l'intérieur d'un pain de sel ; qu'il peut en être de même du sel de Glauber & des sels à base terreuse, lorsque les cuites sont poussées trop loin, c'est-à-dire lorsque l'on continue la réduction des eaux, comme il arrive souvent, jusqu'à la coagulation de l'eau grasse & même de l'eau mère. Le mélange de sel de Glauber, de gypse, de bitume & de sel marin à base terreuse qui vient par la réduction de ces eaux, est d'une amertume inexprimable : le rable dont on se sert pour tirer le sel précédemment formé, amène en même temps ce *coagulum* ; on l'emploie, sans le savoir, dans les pains de sel, & malheur à ceux à qui ces pains tombent en partage ; la coloquinte n'est pas plus amère. On peut toujours craindre ces sortes de négligences, lorsqu'elles ne sont pas directement contraires aux intérêts de ceux qui gouvernent les opérations en grand. Des pains de sel viciés par de pareils mélanges, produiroient tous les inconvéniens dont on s'est plaint : le sel de Glauber pénétrant dans la pâte des fromages, y porteroit son amertume, de même que les sels déliquescens : le gypse arrêté & endurci sur la croûte extérieure, empêcheroit à la longue le sel marin de pénétrer au dedans, en formant à la surface des fromages un enduit plâtreux. Enfin toutes ces matières, plus propres à gâter les viandes qu'à les préserver de la corruption, leur communiqueroient un tres-mauvais gout : il étoit donc nécessaire d'examiner la formation des sels dans les salines mêmes, d'y bien régler les opérations qui séparent ces différentes substances, d'y établir les procédés & les précautions convenables pour empêcher tout mélange qui pourroit altérer la pureté du sel marin ; enfin, de ne point abandonner la formation des sels à des Subalternes qui n'en connoissent que les opérations mé-

Pains de sel
viciés.

caniques, & qui peuvent, avec toute la bonne volonté possible, gâter des sels qu'il est facile de rendre plus purs même que le sel de mer.

C'est dans cette vue que M. le Contrôleur général me fit l'honneur de m'adresser, au mois de Juillet 1760, des ordres du Roi pour me rendre aux salines de Franche-comté, à l'effet d'y constater, par de nouvelles épreuves, la nature & la qualité des matières contenues dans les sources salées, & d'examiner la formation des sels, tant pour en reconnoître les défauts que pour chercher les moyens de les corriger. Les salines de France n'ayant jamais subi d'examen chimique, l'intention du Ministère étoit de faire servir à l'instruction des Formateurs des sels & du public, les analyses dont j'étois chargé, afin de connoître à fond cette matière & de détruire différens préjugés qu'avoient fait naître les défauts observés dans les pains de sel de Montmorot.

Arrivé à Besançon, je concertai avec M. de Boyne, alors Intendant de la province & premier Président du Parlement, les mesures convenables pour donner à ce travail l'authenticité nécessaire. Quatre personnes instruites en Physique & en Chimie, distinguées par leur mérite, & généralement honorées de l'estime publique, furent députées aux salines, M^{rs} l'Ange & Rougnon, tous deux Professeurs en Médecine de l'Université de Besançon, nommés pour assister à toutes les épreuves, & avec eux, deux Maîtres en Pharmacie, chargés d'opérer sous ma direction, M. Goy, Membre de l'Académie de Besançon, & M. Rossigneux, Maître Apothicaire à Dôle.

Muni des instrumens & de tous les vaisseaux nécessaires pour les analyses, je me rendis à Salins avec M. Desnans, Commissaire du Conseil aux salines de Franche-comté. Après avoir pris connoissance des opérations qui concourent à la formation des sels dans le travail en grand, je commençai par répéter publiquement les mêmes épreuves que j'avois faites à Paris pour constater la nature des différentes substances contenues dans les eaux salées. Ayant fait prendre séparément à leur orifice les eaux de toutes les sources & de tous les filets qui

se rassemblent dans les puits, je les fis passer par les essais ordinaires; j'y joignis l'examen chimique des sédimens qu'elles déposent dans leurs rigoles, enfin je profitai de l'analyse qui se fait en grand dans les poêles où l'on évapore les eaux salées, pour décomposer & examiner successivement les différentes matières qui s'en séparent, telles que l'écume abondante qui paroît à la surface des muirs avant l'ébullition, le schelot ou le gypse mêlé de sel d'Epsom & de parties calcaires, qu'une violente ébullition fait tomber au fond des poêles avant la cristallisation du sel marin, l'écaille en partie saline, en partie gypseuse qui s'accumule de suite en suite au fond des poêles, formant une croûte épaisse & dure, qu'on ne peut arracher qu'à coups de marteaux, enfin les eaux grasses que l'on réserve pour la formation des sels en pains; dans tous ces produits & dans toutes ces eaux, j'ai retrouvé les mêmes principes dont j'ai déjà fait l'énumération, & rien de plus, si ce n'est un peu d'huile grasse animale ou végétale, donnant dans les distillations une odeur empyreumatique très-désagréable, qu'on rencontre aussi quelquefois dans les pains de sel. J'ai trouvé dans toutes les eaux de Salins l'alkali surabondant dont j'ai déjà parlé ci-dessus: ce principe nuit à la séparation des matières salines; on s'en aperçoit dans le travail en petit lorsqu'on évapore les eaux des sources, soit au bain-marie, soit à la chaleur plus douce d'un air tempéré; la plus grande partie de leur sel vient en croûtes salines, où l'on voit très-distinctement, avec le microscope ou même avec la loupe, beaucoup de sel marin en trémuyes, des sélénites formées en aiguilles transparentes, & des lames de sel de Glauber; mais il est facile d'empêcher ce mélange, en mettant la liqueur au point de saturation, par l'addition de quelques gouttes d'acide marin: les différens sels viennent alors successivement en cristaux réguliers. L'acide du vinaigre & celui du petit lait aigri, qu'on nomme *azy*, m'ont également réussi dans ces épreuves: les Hollandois se servent de l'*azy* dans le travail en grand pour raffiner nos sels de mer & pour en rendre la cristallisation parfaite; c'est par cet artifice qu'ils sont depuis long-temps en possession de fournir les meilleures

Alkali
surabondant,

filations de l'Europe: on pourroit également y recueillir aux salines de Franche-comté.

8 J. 1768.
100. 101. 102.

Les sédimens depotés dans les rigoles des eaux de Salins & de Montmorot ne m'ont fourni d'autre matière métallique que de l'ocre rouge, que j'ai réduit en fer-atinibé par l'aiman, en le poussant au feu dans un creuset, après l'avoir mêlé avec de la poudre de charbon pour lui rendre du phlogistique. Une seule de ces sources a présenté dans ses dépôts du fer attirable; mais je n'ai point trouvé de fer en dissolution.

Dans l'application que j'ai faite de l'alkali volatil sur toutes les eaux en particulier, & sur les lessives de leurs sédimens, je n'ai jamais aperçu aucune teinte de bleu; ce qui prouve qu'elles ne contiennent point de cuivre. Jamais elles n'ont donné la couleur noire aux infusions de noix de gale; d'où il résulte qu'elles ne contiennent point de fer. Jamais les substances que j'en ai retirées, en réduisant les sels à siccité, par la distillation (dans des cucurbites de verre) pour les pousser ensuite à feu nu dans des cornues luttées, ne m'ont donné aucun vestige de sel métallique, aucun sublimé. Jamais je n'ai blanchi les plaques de cuivre, dont j'ai recouvert les creusets en poussant ces mêmes substances salines au feu de forge; ce qui prouve qu'elles ne contiennent point de matière arsenicale. J'ai fait subir depuis les mêmes épreuves à toutes les substances tirées des eaux salées de Montmorot; les résultats ont été les mêmes. Il est donc bien constaté que les eaux de Montmorot, non plus que celles de Salins, ne contiennent aucun sel métallique, aucun vitriol de fer, de cuivre ou de zinc, aucune substance mercurielle, antimoniale, ni arsenicale, enfin aucune substance pernicieuse. Quoique cette vérité fut suffisamment établie par les expériences que j'avois précédemment faites pour séparer les substances salines contenues dans ces sources, j'ai cru devoir multiplier les essais, & employer tous les moyens connus pour détruire les préjugés répandus dans la Province contre la mauvaise qualité des eaux de Montmorot.

Les mêmes substances salines de Salins & de Montmorot, essayées au feu dans le creuset avec des matières grasses, n'ont
jamais

jamais donné aucun signe de détonation ; d'où il résulte qu'elles ne contiennent point de nitre. Jamais il ne s'en est élevé aucune vapeur rouge dans les distillations. Enfin, lorsque j'ai versé séparément sur les eaux de toutes les sources de l'une & de l'autre saline la solution du sublimé corrolif par l'eau distillée, les mélanges n'ont jamais produit aucune teinte de couleur orangée ; d'où il suit que le principe alkali, précédemment observé dans toutes ces eaux, n'est point un sel alkali fixe, mais une terre alkaline ou absorbante, comme je l'ai déjà dit ci dessus ; les détails de toutes ces épreuves, & des circonstances qui les ont accompagnées, seront réservés pour nos Assemblées particulières. J'ai cru devoir réunir & présenter sous un même coup d'œil les particularités qui sont communes aux deux salines de Franche-comté, afin d'éviter les répétitions.

Je passerois les bornes qui me sont prescrites, si je plaçois ici la description du travail en grand pour la cuite des eaux salées ; le temps me permet à peine d'en exposer quelques résultats & mes principales observations sur les matières qu'on en sépare.

Dans les écumes que j'ai fait ramasser à la surface des muires, avant l'ébullition, j'ai trouvé beaucoup de sélénites fines & légères, liées & suspendues par des matières grasses ; ces sélénites sont difficiles à fondre dans l'eau ; je les ai dissoutes cependant en les faisant bouillir dans de l'eau distillée : ayant ensuite appliqué leur solution très-chaude sur une dissolution de mercure par l'esprit de nitre, elle a précipité le mercure en turbith minéral d'une belle couleur jaune, il en a été de même des dissolutions du schelot par l'eau bouillante : après l'avoir purgé par des lessives répétées, tant à l'eau froide qu'à l'eau bouillante, du sel marin & du sel de Glauber qui s'y trouvent mêlés ; il en résulte que ces substances terreuses en apparence sont des sels vitrioliques : en évaporant leurs solutions, je les ai cristallisées en aiguilles pareilles à celles qu'on aperçoit en évaporant les eaux des sources ; ces aiguilles brillantes & transparentes deviennent d'un blanc opaque, lorsqu'on les met sur une pelle rouge ou dans la flamme d'une bougie, elles y

Examen du
schelot, des
écumes, &c.

rougissent sans se fondre; enfin lorsque je detrempois ces substances avec un peu d'eau, après les avoir calcinées au creuset, elles absorboient avec avidité le fluide, & prenoient en peu de temps la dureté du plâtre. C'est donc un véritable gypse; & je me suis assuré qu'on pourroit en faire de très-bons enduits, si les gypses ne se trouvoient pas abondamment aux environs des salines; ces gypses sont formés de l'acide vitriolique engagé dans une balle terreuse qui leur est propre; c'est la même substance gypseuse qui forme les incrustations des epines qu'on voit aux bâtimens de graduation de Montmorot; c'est elle aussi qui forme les stalactites qu'on aperçoit en quelques endroits sous les bassins des mêmes bâtimens. Je n'ai point négligé l'examen chimique de toutes ces matières; ces stalactites & ces incrustations calcinées prennent avec l'eau la dureté des plâtres, elles sont solubles dans l'eau bouillante avant la calcination, & leur solution chaude précipite en turbith minéral la dissolution de mercure par l'acide nitreux. Il en est de même de la partie terreuse qui s'accumule, s'attache & s'enduit avec le sel au fond des poëles.

Le gypse des eaux de Montmorot diffère de celui de Salins par sa couleur cendrée qui domine dans le schelot & dans l'écaille; celui des eaux de Salins est très-blanc, en sorte qu'on peut en laisser avec le sel, sans que sa blancheur en soit altérée. Il n'en est pas de même de celui de Montmorot; si on en laissoit au fond des poëles, on trouveroit dans les pains de sel; comme il arrive quelquefois, des matières plâtreuses de couleur grise. La blancheur du gypse le fait disparaître dans l'intérieur des pains de sel de Salins; & c'est par cette raison que l'extraction du schelot se fait avec beaucoup plus de soin à Montmorot qu'à Salins.

Il faut une grande quantité d'eau pour dissoudre les sélénites & pour les tenir en dissolution; c'est par cette raison que les sels gypseux, contenus dans les eaux salées, viennent en forme concrète long-temps avant la formation du sel marin; on augmente alors le feu pour tenir les eaux dans une forte ébullition; les parties gypseuses condensées se réunissent

& acquièrent bien-tôt assez de pesanteur pour tomber d'elles-mêmes au fond de la poêle; agitées & fouettées vers le milieu de la poêle par une violente ébullition, elles sont jetées sans cesse vers les bords où elles sont reçues, dans des bassins portatifs de tôle qu'on enlève lorsqu'on voit paroître sur la surface de la muire les premiers cristaux de sel marin.

On n'employoit à Salins que douze bassins pour faire ce service; j'en ai fait mettre jusqu'à trente dans les poêles, autant qu'il en pouvoit tenir au long des bords, & je les ai vu constamment à toutes les cuites sortir de la poêle presque entièrement remplis de schelot; j'ai plus que doublé par ce moyen l'extraction d'une matière qui ne peut qu'altérer le sel, & qui n'est point faite pour entrer dans nos alimens.

Extraction
du schelot.

Je me suis assuré, par beaucoup d'expériences en petit & en grand, que la saveur & la qualité du sel marin sont fort altérées par le mélange du gypse lorsque les eaux ne reçoivent pas assez de chaleur pour en opérer la séparation: dans une évaporation lente, les selenites formées en aiguilles très-fines & presque insensibles, restent toujours suspendues dans la muire; elles s'unissent aux petites lames qui doivent former les cristaux de sel marin, & finalement elles se trouvent prises dans ses cristaux; alors la saveur du sel marin n'est plus la même, elle devient piquante & amère, & ce sel fondant sur la langue, y fait la même impression que s'il étoit mêlé de grains de sable, parce que le gypse est très-peu soluble. La figure du sel reste toujours la même, ses cristaux n'en sont pas moins réguliers, soit qu'ils se forment en cubes ou en trémuyes, mais leur transparence en est sensiblement altérée; le gypse de Salins les rend d'un blanc opaque, le gypse de Montmorot leur donne sa couleur grise: ce que j'en dis ici n'est point une conjecture, j'ai découvert & démontré ces altérations, en les produisant dans le sel de mer par des expériences faites exprès: j'ai reconnu, par de pareilles épreuves, des altérations singulières, causées par le gypse dans le sel d'Épsom, mais je ne les rapporte point ici pour ne pas m'écarter de mon sujet.

Altération
du sel
par le gypse.

Ces observations m'ont fait sentir combien est vicieuse la

Défauts des sels
de poëlons.

formation des sels de poëlons que j'ai trouvée établie à Salins ; sels dont on formoit à peu près le tiers des sels en pains que cette saline débite dans la province. On nomme ainsi de petites poèles , qui contiennent à peu près le tiers des grandes , c'est-à-dire environ vingt-cinq à trente muids d'eau ; elles sont placées à la suite des grandes , & exposées au courant de chaleur que l'air emporte hors des fourneaux : on a voulu profiter , pour former du sel , de la chaleur qui se perdoit auparavant en ces endroits ; mais les poëlons , trop éloignés du foyer pour recevoir une chaleur suffisante , ne laissent point tomber le schelot contenu dans les eaux , il y nâge & s'y mêle , comme je l'ai dit ci-dessus , avec les cristaux de sel marin , auxquels il reste intimement uni , ce qui produit dans le sel des alterations parfaitement semblables à celles que j'avois formées dans le sel de mer , en le cristallisant dans des solutions de gypse : c'est ce qui m'a déterminé à faire détruire tous les poëlons de Salins lorsque j'y retournai en 1761 , avec plein-pouvoir d'y ordonner tous les changemens que je croirois nécessaires pour assurer la pureté des sels. Au moyen de cette suppression , on ne pourra plus employer , pour former les pains , que des sels qui auront été purgés dans les poèles par la précipitation du schelot. Les poëlons peuvent convenir aux salines où l'on forme des sels à gros grains par une évaporation lente , pourvu qu'on n'y fasse entrer que des eaux déjà dépouillées de leur gypse dans les poèles , en les transvasant de l'une à l'autre. Depuis long-temps , on ne débite aucun sel de poëlon dans la saline de Montmorot , par les raisons dont j'ai parlé précédemment ; cette pratique a de plus l'inconvénient d'augmenter la consommation du bois dans les fourneaux , pour fournir de très-mauvais sel , car ce sel est nécessairement imprégné de toute la quantité de schelot contenue dans l'eau dont le poëlon a été chargé.

Quoique les habitans de la Franche-comté n'aient point porté de plaintes directes contre les sels de Salins , ils s'en plaignoient cependant sans le savoir ; lorsque je suis arrivé dans cette Province , on y croyoit assez généralement que tout le sel de Salins passoit en Saülé & qu'il étoit remplacé par du

fel de Montmorot, qu'on débitoit pour fel de Salins. Si je rapporte ici cette erreur, facile à détruire par les faits, c'est pour faire voir que les plaintes de la Province tomboient sur les fels de Salins comme sur ceux de Montmorot.

L'exacte séparation des eaux grasses est encore une condition très-nécessaire pour assurer la pureté des fels, l'analyse de ces eaux, faite à Salins, a fourni une assez grande quantité de fel marin & beaucoup de fel d'Epsom, tous deux altérés par le mélange du gypse enfermé dans leurs cristaux; l'eau-mère qui reste après l'extraction de ces deux fels, est presque entièrement composée de fel marin à base terreuse; fortement adhérent au flegme qui le tient en dissolution, on le dessèche avec peine, & il retombe très-prompement en liqueur: lorsqu'on pousse au feu, soit dans le creuset, soit à la cornue, ce fel provenant de la dessiccation des eaux mères, on le trouve accompagné de grasses minérales & végétales, les unes donnant une forte odeur de pétrole, & les autres des vapeurs blanches empyreumatiques très-désagréables à l'odorat. Si l'on dessèche de même le mélange des fels contenus dans les eaux grasses pour le pousser au feu dans un creuset, il en sort pendant la combustion des matières grasses, une piquante odeur de soufre; l'acide vitriolique des schistes & du fel de Glauber se dégageant alors de ses bases, s'unit au phlogistique des matières grasses, & forme avec lui du soufre brulant.

Séparation
de l'eau grasse.

Les eaux grasses de Montmorot contiennent les mêmes principes que celles de Salins, mais avec des différences remarquables; premièrement, elles sont beaucoup plus chargées de fel de Glauber; j'en ai fait souvent exposer au froid pendant la nuit, les ayant fait prendre chaudes dans les poêles à la fin des cuites; & lorsque la température de l'air étoit au plus à 2 ou 3 degrés au dessus de la glace, je ne manquois pas d'y trouver le lendemain une croute épaisse de fel d'Epsom attachée aux parois des vases qui les contenoient: ces mêmes eaux à Montmorot sont aussi plus chargées de matières grasses animales & végétales qui sont fournies par les bâtimens de graduation.

Les sources de Montmorot étant très-foibles en salure, &c

Bâtimens de
gradation.

Par où les
fontes de sel ont
été abandonnées
à seichement.

les environs peu garnis de bois, on n'a pu reprendre l'exploitation de cette saline, pendant très-long-temps abandonnée, qu'à la faveur d'une ingénieuse méthode, inventée & pratiquée d'abord en Allemagne, pour concentrer les eaux salées par le seul mouvement de l'air. Des pompes mues par un courant d'eau, élèvent les eaux salées dans des réservoirs placés au haut d'un vaste hangard long & étroit, d'où on les fait tomber par gouttes, au moyen de plusieurs files de robinets, sur des lits d'épines accumulées jusqu'à la hauteur d'environ dix-huit pieds; l'eau répandue en lames très-déliées, & divisées presque à l'infini sur tous les branchages des épines, est reçue dans un vaste bassin formé de planches de sapin jointives, qui sert de base à tout le hangard: de ce bassin, les mêmes eaux sont relevées & reportées par d'autres pompes dans le réservoir supérieur; on les fait ainsi passer & repasser à plusieurs reprises sur les épines exposées de tous côtés au vent & à l'air, dont la moindre agitation suffit pour produire une évaporation considérable, au moyen des surfaces multipliées que les eaux salées lui présentent. Lorsqu'elles ont acquis, par cet artifice, onze à douze degrés de salure, c'est-à-dire, lorsqu'elles sont en état de rendre environ douze livres de sel par cent livres d'eau, on les fait couler dans les poêles de la saline pour les évaporer au feu; en cet état, les eaux de Montmorot sont encore inférieures en salure au degré naturel des eaux de Salins, dans un pays où les bois sont moins communs & plus chers. Il ne faut donc pas recourir à des vices, à des poisons imaginaires pour expliquer comment on a pu négliger pendant si long-temps le travail des sels à Montmorot. Avant que les bâtimens de gradation fussent en usage, ce travail auroit coûté cinq à six fois plus qu'à Salins, dans des temps où la saline de Salins étoit plus que suffisante pour fournir à la consommation de toute la province, & en même temps à la vente étrangère, considérablement augmentée depuis le rétablissement de la saline de Montmorot.

Je reviens aux effets de ces bâtimens sur les eaux qui s'y concentrent: à force d'en laver les bassins & les épines, ces

eaux limpides & sans couleur à leurs sources, prennent dans les bâtimens une couleur rougeâtre qui s'épaissit à mesure que les eaux s'évaporent; cette teinture est si forte lorsque les épines sont neuves, qu'elle tache le sel en rouge, de façon qu'on est obligé de le rejeter & de perdre les eaux pendant plusieurs mois : telle est la cause unique de cette teinte rougeâtre qu'on voit dans les eaux grasses de Montmorot, & qui n'est point dans celles de Salins; c'est elle qui produit les taches de rouge & d'orangé que l'on remarque dans les sels d'eau grasse, lorsqu'on évapore cette eau jusqu'à siccité. J'ai imité ces effets dans le cours de mes expériences; j'ai fait infuser séparément dans de l'eau de fontaine des épines coupées par morceaux & des copeaux de lapin; ces infusions se sont chargées en peu de temps d'une couleur rouge épaisse, & je m'en suis servi pour tacher des sels d'une grande blancheur. Outre cette teinture, les eaux salées prennent sur les épines un mucilage qui les rend plus épaisses que celles de Salins, ainsi que les débris des épines & des insectes qui pourrissent dans les bassins de graduation, lorsqu'on n'a pas soin de les purger des mouttes & des végétaux qui naissent sur leur surface, des boues qui s'accumulent au dégorgement des pompes, enfin des sédimens terreux dont leur fond se couvre à la longue. On doit les tenir dans la plus grande propreté.

Lorsque la cuite des sels est à sa fin, le sel marin se trouve baigné dans les eaux grasses; on l'en retire tout mouillé de ces eaux amères & piquantes qui lui communiquent leur mauvais gout jusqu'à ce qu'elles soient parfaitement égouttées. J'ai déjà dit que ces eaux, tant à Salins qu'à Montmorot, étoient fort chargées de sel de Glauber, & par conséquent de sel d'Epsom, à cause du mélange du sel marin; on n'ignore pas que ces sels sont très-amers; on fait aussi qu'ils se cristallisent très promptement au froid. Exposer à l'air froid les sels mouillés sortant des poëles, c'est enduire tous leurs cristaux de sel d'Epsom. Il en est de chaque grain de sel marin comme d'une bouteille de verre trempée dans cette eau chaude, & portée au froid; en peu d'instans elle paroît couverte d'une poudre

Eaux colorées.

Sels tachés.

Nécessité de
faire égoutter
les sels.

saline très-amère, formée par une infinité de petits cristaux de sel d'Épsum; ces petits cristaux s'unissent par leur contact, & collent ensemble les grains de sel marin. C'est ainsi que dans les temps froids, & pendant presque tout l'hiver, les sels destinés à la formation des pains étant portés dans les ouvriers au sortir des poêles, se changent bien tôt en une seule masse dure, d'où il coule très-peu d'eau grassé dans les cuves destinées pour la recevoir; au lieu que ces cuves qui contiennent plus d'un muid & demi, en sont deux fois remplies dans des temps plus doux, le sel restant alors en grains séparés & mobiles: delà vient que la formation des sels en pains est plus vicieuse pendant l'hiver que pendant l'été. On n'y devroit jamais employer, tant à Salins qu'à Montmorot, que des sels parfaitement égouttés; & pour satisfaire à cette condition, il faudroit établir dans les deux salines, comme on l'a fait à celles de Lorraine, des égouttoirs toujours chauds & toujours humides, où les sels restent vingt-quatre heures avant d'être portés dans les magasins. Il faudroit y construire assez de magasins pour pouvoir donner un dépôt de six semaines aux sels destinés à être en pain, comme on le donne aux sels destinés pour les Suisses. C'est une condition qu'ils exigent pour assurer la pureté de leurs sels, & qui réussit toujours en effet sur les sels en grain, parce que, dans cet intervalle, pour peu que l'air devienne humide, les sels deliquesceus provenant des eaux grasses, tombent en liqueur, entraînant avec eux le sel de Glauber qui est très-soluble.

Défaut des
pains de sel en
général.

On voit par les observations qui précèdent, que les sels employés en pains sont souvent remplis de gypses, comme tous ceux qui sortent des poêlons de Salins, & qu'ils peuvent être encore abondamment garnis de sel d'Épsum, sur-tout pendant l'hiver. Bien loin de corriger ces défauts, on ne fait que les augmenter en pétrissant les pains avec l'eau grassé; cette eau chargée de tout le sel qu'elle peut dissoudre, ne doit rien prendre dans les pains de sel, au contraire, elle charge la dose des matières étrangères par le dessèchement des pains: ceux de Montmorot sont sujets à une forte d'odeur empyréumatique

empyreumatique assez approchante de celle du pissât de chat ; elle est causée par les mucilages & les matières grasses qui proviennent des bâtimens de graduation , & qui se consomment dans l'intérieur des pains lors du desséchement sur la braïse après l'évaporation de la partie aqueuse. Ayant réalisé cette conjecture par des expériences , j'ai pensé qu'une évaporation lente, opérée par une chaleur plus douce , pourroit remédier à ce défaut ; mais je savois en même temps qu'on n'auroit jamais que des pains très-impurs tant qu'on emploieroit les eaux grasses à leur formation.

J'en ai supprimé l'usage par un moyen si facile & si simple, que je ne conçois pas comment il n'a pas été plus tôt imaginé. J'ai pris du sel en grain bien épuré par un long dépôt & déjà chargé pour passer en Suisse, je l'ai fait détremper avec de l'eau douce, j'en ai fait pétrir des pains de sel de différens moules, je les ai fait sécher sur la braïse, & j'ai trouvé ces pains aussi solides, aussi durs que ceux qu'on formoit en même temps avec l'eau grasse. A Salins, où j'en ai fait les premiers essais, on croyoit que les parties onctueuses de l'eau grasse étoient nécessaires pour coaguler ensemble les grains de sel ; j'ai pensé que pour les bien unir il suffisoit de mouiller leurs surfaces, de les presser l'une contre l'autre & de les sécher ensuite, le contact parfait des surfaces étant, comme on le fait d'ailleurs, la principale cause de l'adhérence des corps : j'ai vu presque en même temps que les parties onctueuses, loin de produire l'effet qu'on leur attribuoit, ne pouvoient servir qu'à diminuer l'adhérence des grains, parce qu'elles laissent des vides entre leurs surfaces, en se consumant dans l'intérieur des pains ; la formation à l'eau douce m'a mis en état de le démontrer. J'ai fait placer dans l'intérieur des pains, pendant qu'on les formoit à Salins avec de l'eau douce, des matières onctueuses & combustibles, des boules de savon, des gouttes d'huile, des gouttes de suif, des boules faites des sels onctueux qu'on tire des eaux grasses en les desséchant ; ayant fait sécher ensuite ces pains de sel par le milieu, dans le plan de leur grand cercle, tous les endroits où j'avois fait placer des matières

Formation
des pains de sel
à l'eau douce.

combustibles, étoient marqués par des cavités entourées de grandes taches brunes; & lorsqu'on grattoit ces taches avec un couteau, on y decouvroit une forte odeur de pissât de chat, odeur qu'on n'apercevoit jamais dans les endroits intermédiaires, où le sel avoit conservé toute sa blancheur; il en a été de même des matières combustibles, en forme sèche, que j'ai fait insérer dans les pains, telles que les boules de papier, de petits morceaux de bois, &c. aux endroits où ces corps avoient été détruits, on trouvoit constamment les mêmes taches, les mêmes vides & la même odeur; elle étoit accompagnée d'un très-mauvais goût. J'ai poussé plus loin les expériences à Montmorot; j'ai fait prendre du sel grainé bien pur dans les tonneaux chargés pour Neuschâtel, j'en ai fait former un grand nombre de pains, les uns avec de l'eau de fontaine, les autres avec des décoctions, & même avec de simples infusions d'épines & de copeaux de sapin, d'autres avec de l'eau de savon, d'autres enfin avec du bouillon de viande; & tous ayant été séchés en même temps sur des lits de braise, les pains formés, soit avec de l'eau de fontaine, soit avec de l'eau de pluie, se sont trouvés d'une blancheur parfaite, sans aucun goût, sans aucune amertume: ceux au contraire que j'avois fait pétrir avec des eaux imprégnées de mucilages & de matières grasses animales ou végétales, se sont constamment trouvés très-âcres, très-amers, sur-tout dans leur partie inférieure, semés de petits trous & de grandes taches noirâtres, accompagnées d'un très-mauvais goût & d'une forte odeur de pissât de chat. Lorsque les décoctions d'épines ou de copeaux de sapin étoient très-chargées, les pains de sel se sont trouvés tellement altérés & criblés dans leur partie basse, qu'on en auroit pris les morceaux pour des fragmens de pierres poncez noires & rougeâtres; ces teintures sont l'effet des charbons huileux que les matières grasses laissent après elles.

Cause des
taches & de la
mauvaise odeur
des pains.

Déaut du sel
en pain
de Montmorot.

J'ai développé & démontré par ces épreuves la cause d'un vice particulier au sel en pain de Montmorot, produit par le séjour des eaux dans les bâtimens de graduation; défaut que j'ai très-complètement corrigé par la suppression de l'eau grasse dans la formation des pains; ce vice a fait décrier dans la

province le sel de Montmorot, qu'on auroit trouvé aussi bon, & souvent plus pur que celui de Salins, si l'on avoit fait usage du sel en grain ; mais la partie basse des pains de sel étant assez souvent altérée & tachée par les matières grasses, son mauvais goût, son amertume & sa mauvaise odeur empêchoient les habitans des campagnes de l'employer, soit sur les viandes, soit sur les fromages ; leur soupe même s'en ressentoit encore plus, en sorte que les plus aisés rejetoient cette partie de leur sel après l'avoir séparée avec la scie, ce qui pouvoit faire dans les campagnes un déchet de dix ou douze pour cent sur les sels qu'on y distribuoit : c'est ce que j'ai reconnu par moi-même dans une tournée que j'ai faite en 1760, accompagné par M. Desfrans, dans les hautes montagnes de Franche-comté, depuis Sept-Moncel jusqu'à Mortau, pour consulter les paysans eux-mêmes, recueillir leurs plaintes contre les sels, interroger les Fruitiens dans les granges où l'on fait les fromages, examiner les défauts que le sel peut y causer, & les distinguer de ceux qui tiennent à des causes tout-à-fait étrangères à celle-ci. Les défauts relatifs au sel, provenant uniquement du gypse, des sels terreux, du sel de Glauber & des charbons empyreumatiques résultans de la combustion des matières grasses, l'usage de l'eau pure pour former les pains de sel a tout rectifié. J'ai perfectionné cette nouvelle formation, en faisant employer l'eau douce chaude : on sait que les sels de Glauber & d'Epsom sont beaucoup plus solubles dans l'eau chaude que dans l'eau froide ; j'ai donc pensé qu'en chauffant l'eau pour la formation, elle pourroit entraîner & dissoudre, en s'égouttant, les sels amers s'il en restoit quelque atome sur la surface des grains de sel ; enfin qu'elle faciliteroit par sa chaleur le dégagement des matières grasses. Il est aisé de s'en assurer & de vérifier en même temps l'utilité de cette méthode ; car si les sels dont on fait les pains sont employés à l'ordinaire, sans être égouttés par un dépôt suffisant, l'eau douce dont on les pétrit & qui s'en égoutte pendant plusieurs heures avant le dessèchement au feu, y contracte la couleur & la mauvaise qualité de l'eau grasse, un goût piquant, une amertume presque insoutenable, soit qu'elle

Formation
des pains de sel
avec l'eau
douce chaude.

ait passé par les pains de sel de Montmorot ou par ceux de Salins. Rien ne peut mieux démontrer la nécessité de suivre ma nouvelle méthode, puisqu'au lieu d'apporter des principes étrangers & viciés dans les pains de sel, elle sert encore à les en purger *.

Quelques personnes ont pensé, depuis que cette nouvelle formation est en usage, que les pains de sel pétris avec l'eau douce devoient être moins pesans & moins solides que les pains de sel formés avec l'eau grasse, parce que l'eau douce, a-t-on dit, doit dissoudre du sel dans les pains, entraîner ce sel en s'égouttant & laisser des vides à sa place: ce raisonnement est non-seulement détruit par les faits, c'est-à-dire par plusieurs centaines d'épreuves que j'ai faites sur le poids & sur la dureté des pains de sel formés à l'eau douce, mais il tombe de lui-même si l'on fait attention que pour la formation des pains on commence par détremper & remuer le sel dans l'eau qui doit y servir, soit qu'on emploie l'eau douce ou l'eau grasse; il en résulte que l'eau douce se trouve chargée de tout le sel marin qu'elle peut dissoudre avant que le sel, mouillé de cette eau, soit mis & battu dans le moule: elle est donc saturée dans l'intérieur du pain, de même que l'eau grasse, avec cette différence cependant que l'eau saturée seulement de sel marin peut encore dissoudre du sel d'Epsom & du sel marin à base terreuse, comme on le fait pour peu qu'on soit instruit en Chimie; au lieu que l'eau grasse déjà surchargée de ces sels étrangers, ne peut qu'en laisser dans l'intérieur des pains. On est donc forcé de conclure que l'eau douce n'entraîne pas de l'intérieur des pains plus de sel marin que l'eau grasse, mais seulement plus de sel d'Epsom & de sels deliquesceus lorsqu'on en a laissé avec le sel gemme, comme il arrive toujours lorsque le sel est mis en pain, après quelques heures de dépôt à l'air froid. C'est par cette raison qu'il est

* M.^{rs} de Haller & Tronchin, que j'ai consultés sur l'effet des matières gypseuses dans le corps humain, regardent l'usage des eaux gypseuses & des sels gypseux comme une des principales causes des goetres, des obstructions, de la galle & de quelques autres maladies très-communes dans les pays où les gypses sont abondans.

très-avantageux d'employer l'eau douce chaude, les sels étrangers, dont on vient de parler, étant plus solubles dans l'eau chaude que dans l'eau froide.

Je conviens que les pains de sel faits à l'eau douce chaude feroient un peu moins pesans & un peu moins solides que ceux à l'eau grasse, si l'on continuoît de laisser beaucoup de ces sels étrangers dans la masse de sel destinée à former les pains; mais on est sûr d'éviter ce double inconvénient, en se servant, comme je l'ai prescrit, de sel épuré par un dépôt suffisant, c'est-à-dire, autant que le sel destiné à la fourniture des cantons Suisses; & c'est un avantage de plus pour le Public, dans la nouvelle formation, de n'être parfaite qu'autant qu'on emploie des sels plus purs que ceux dont on s'est servi jusqu'à présent.

A l'égard de la conservation de ces nouveaux pains, peut-on douter qu'ils ne résistent mieux à l'air & plus long-temps sans se défaire que les pains à l'eau grasse, qui ne sont qu'un mélange de sel gemme & de sel d'Epsum, de parties calcaires & de sels déliquesçens.

Au reste, le poids des pains peut varier beaucoup dans le même moule, avec le même sel, avec la même eau; le grain du sel qu'on y emploie y fait beaucoup, & plus encore la main de l'ouvrière qui bat le sel dans le moule; le bombement à la surface antérieure du pain, contribue aussi à le rendre plus ou moins pesant. J'ai fait faire avec de l'eau douce, & dans le même moule de sel marchand, qu'on nomme *rozière*, des pains de sel qui pesoient trois livres six & sept onces, d'autres qui pesoient à peine deux livres & demie; j'ai observé les mêmes variétés dans le poids des pains formés à l'eau grasse, elles dépendent uniquement de la bonne volonté & de la bonne foi des Préposés à la formation.

Poids
des pains de sel,

Dans plusieurs milliers de pains de sel que j'ai fait faire avec l'eau douce au moule *rozière*, employant du sel prêt à partir pour la Suisse, il s'est trouvé très-peu de pains dont le poids n'excédât de plusieurs onces celui des pains de sel à l'eau grasse, qui est ordinairement de trois livres. On regardoit alors dans

les salines la nouvelle formation comme délévantageuse aux Entrepreneurs.

Decomposition
du sel
sur la braïse.

Il me reste à parler des moyens aussi simples que j'ai employés pour éviter la décomposition qui arrive dans les pains de sel, par l'application immédiate du feu ; cette décomposition devient très-sensible par la forte odeur d'esprit de sel que l'on respire dans les ouvroirs où l'on sèche le sel en pain sur des lits de braïse ; mais j'ai voulu la démontrer aux yeux, & pour cet effet j'ai fait suspendre à huit ou dix pouces au-dessus des rangées de sel des châlîs de bois horizontaux, garnis de papier bleu, teint de tournesol ; en moins d'un quart d'heure ces papiers ont été entièrement colorés d'un beau rouge, & tels qu'ils seroient sortis d'une liqueur acide ; j'ai fait détacher ensuite avec une scie, après le refroidissement des pains, la partie basse qui porte sur la braïse, je l'ai fait piler, & j'ai rempli de ce sel des entonnoirs de verre garnis de papier à filtrer ; j'ai fait passer à travers le sel une petite quantité d'eau de pluie ; j'ai versé sur cette eau filtrée très-simpide quelques gouttes d'huile de lin, dans l'instant même la liqueur est devenue d'un blanc de lait ; c'est l'effet d'un savon formé sur le champ par la combinaison de l'huile avec une lessive alcaline, effet qui prouve que le bas des pains de sel est alkalisé en partie, & qui confirme tout ce que j'ai dit sur cette décomposition. Le même phénomène n'arrive pas lorsqu'on emploie toute autre partie des pains de sel. C'en est assez pour conclure qu'il faut éviter la calcination sur la braïse, car l'alkali qui en résulte est plus propre à gâter les fromages & les viandes qu'à les conserver.

Dessechement
à l'étuve.

J'ai donc tenté & je suis parvenu à opérer le dessechement des pains de sel dans des étuves où ils ne peuvent être alkalisés. J'en ai fait la première tentative en 1760 ; je profitai d'une ouverture d'un pied en carré qu'on avoit faite au côté d'un des fourneaux & près du bord des poêles où l'on évapore les eaux salées, ouverture qu'on avoit faite pour arrêter quelque coulée du fond de la poêle ; j'y fis former une espèce de coffre de six platines de tôle, posées les unes debout, les autres à plat, sans aucun mortier : ce coffre étoit ouvert du côté du fourneau,

fermé par-tout ailleurs & trop loin du foyer pour que la flamme pût y donner. J'y fis placer douze pains de sel sortant des moules, posés debout comme sur la braille; en moins de huit heures, & sans avoir subi l'application immédiate du feu, ces pains se trouvèrent parfaitement secs; ils ne l'étoient même que trop, & je fus obligé, en répétant l'épreuve, d'interposer une platine de tôle entre les pains de sel & le foyer, pour diminuer la violence du feu; ces pains étoient fort adhérens aux platines de fer qui les soutenoient, mais je levai bien-tôt cet inconvénient, en faisant poser les pains sur un lit de cendre de huit à dix lignes d'épaisseur. Il me restoit encore deux obstacles à vaincre; les pains de sel étoient tachés par la fumée, & les premières rangées bien plus tôt séchées que les dernières, parce que la direction de la chaleur & du courant d'air chassoit la vapeur exhalée des pains de la première rangée sur la seconde, & de celle-ci sur la troisième, ce qui retardoit le desséchement total. J'en conclus qu'il falloit donner la chaleur par-dessous les pains de sel, en la faisant couler par des cheminées horizontales, ce que j'exécutai au mois de Novembre suivant à Montmorot.

Je fis ouvrir dans une berne, c'est-à-dire dans l'atelier où l'on évapore les eaux salées, une tranchée horizontale dans le terrain perpendiculairement au côté de la poêle, où elle s'ouvroit dans le fourneau; cette tranchée, conduite jusqu'au mur de la berne & prolongée en retour d'querre, dans une longueur de vingt-deux pieds, avoit environ vingt-sept pouces de largeur, pour contenir trois files de pains de sel, & dix-huit pouces de profondeur. Sur les côtés de cette tranchée, je fis construire deux petits murs de brique, de la largeur d'un carreau jusqu'à la hauteur de huit pouces, pour soutenir des platines de tôle jointives, qui devoient former en même temps le fond de l'étuve & le dessus de la cheminée horizontale; je terminai l'encastrement de l'étuve à ses extrémités par deux petits murs de brique; & à l'ouverture de la cheminée, du côté du fourneau, je fis poser un empellement de tôle mobile dans un châssis de fer à rainure, pour augmenter ou diminuer à volonté le courant d'air chaud sous les platines; je fis couvrir l'encastrement

de l'étuve de plusieurs volets de bois mobiles sur des charnières, afin d'y conserver la chaleur, me ménageant la facilité de les suspendre à différentes inclinaisons, pour donner plus ou moins d'évent aux vapeurs exhalées des sels. Ayant fait garnir de cendre le fond de cette étuve, j'y fis ranger trois cents pains de sel, qui furent séchés en moins de vingt-quatre heures par un feu gradué, au moyen de l'empellement décrit ci-dessus, qu'on élevoit de six en six heures; ces sels sont sortis de l'étuve parfaitement secs, durs, sonnans, d'une grande blancheur, sans odeur, sans amertume, sans aucune tache au dedans ni au dehors, à l'exception d'une petite marque de cendre adhérente au bas de chaque pain, que le moindre frottement faisoit disparaître: ces sels pétilloient au sortir de l'étuve comme ceux qu'on a séché sur des lis de braisè lorsqu'on les met à refroidir. J'ai fait faire sept cuites consécutives dans la même étuve, la plupart en vingt-deux heures & toujours avec le même succès, pendant que plusieurs pains de sel des mêmes formations restoient jusqu'à quarante heures sur la braisè avant d'être aussi bien deséchés. Pour connoître si les sels d'étuve soutiendroient le transport, j'en lançai par terre de toute ma force, & je ne parvins jamais à les casser. Il restoit à voir s'ils se conserveroient à l'air aussi bien que les sels à l'eau grassè; je n'en doutois pas, puisqu'ils n'étoient point alkalisés & qu'ils ne contenoient point de sels deliquesçens; mais pour ne rien négliger dans cette matière importante, je fis exposer des sels de l'ancienne & de la nouvelle formation dans des mannes d'osier sous le même hangard, où je les faisois peser de trois en trois jours. J'ai constamment trouvé, en suivant cette épreuve pendant plus de six semaines, que les pains à l'eau grassè, séchés sur la braisè, prenoient plus promptement & en plus grande quantité l'humidité de l'air que les pains de sel formés à l'eau douce & séchés à l'étuve: ces derniers sont donc plus parfaits à tous égards. Dès-lors je me déterminai à faire construire de plus grandes étuves propres à sécher les formations entières des sels en pain.

Construction
des étuves.

Je fis ouvrir un grand canal dans le terrain d'une autre berne à Montmorot; je l'abouchai à la cheminée du fourneau;

je

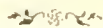
je le fis passer à traver le mur qui sépare cette berne de l'ouvrier voisin ; je le prolongai au long du mur en retour d'équerre dans l'ouvrier, jusqu'à cinquante-cinq pieds de distance de l'ouverture de la cheminée ; & tout le reste étant disposé comme pour la petite étuve que j'ai décrite, je fis ranger neuf cents pains de sel du moule qu'on nomme *rosière*, pesant environ trois livres chacun : ils furent séchés en moins de trente heures ; les thermomètres que j'avois placés dans cette étuve, à l'extrémité la plus éloignée du feu, furent brisés par la trop grande dilatation de la liqueur ; les pains en sortirent durs, secs & sonans, comme ceux de la petite étuve, ayant toutes les qualités nécessaires pour la conservation & pour le transport. J'ai fait faire sept cuites consécutives dans cette grande étuve, toujours avec le même succès ; leur durée moyenne a été de vingt-six heures, & la consommation du bois dans le fourneau n'en a point paru augmentée. J'ai donc épargné & fait tomber en bénéfice sur la formation la totalité des braises que l'on consommait précédemment dans la saline pour altérer le sel en pain, & cette économie fait un objet assez considérable en diminution dans la dépense annuelle des salines de Franche-comté. Je me suis assuré, en faisant peser des milliers de pains de sel, formés à l'eau-douce, & séchés à l'étuve, qu'ils pesoient autant, & souvent plusieurs onces de plus, que les pains de l'ancienne formation, lorsqu'ils étoient bien battus dans les moules, & formés de sels suffisamment égouttés. J'ai fait peser plusieurs douzaines de ces pains de sel à la saline ; je les ai envoyé, après les avoir marqués, aux magasins d'Arbois & de Poligny, où je me suis transporté peu de jours après, pour en reconnoître les déchets : les différences de poids se sont trouvées les mêmes à très-peu près que ceux d'un pareil nombre de pains formés à l'eau grasse, & séchés sur la braise que j'avois fait voyager en même temps pour servir de terme de comparaison ; ni les uns ni les autres n'étoient fracturés. Il en a été de même de plusieurs douzaines de pains de sel formés à l'eau douce, & séchés à l'étuve, qui ont été envoyés en 1760 de Montmorot à Besançon, & de Besançon à Paris, où ces pains sont

Solidité des
pains de sel
de nouvelle
formation.

Ann. 1762.

R

arrivés en très-bon état : il est donc démontré qu'on peut les transporter, comme ceux à l'eau grasse, dans toute la Province; qu'ils ne sont pas plus fragiles quand ils sont purs & formés suivant les règles que j'ai prescrites; qu'ils se conservent & résistent plus long-temps à l'humidité de l'air; qu'enfin ils ont toutes les conditions nécessaires au service de la Province, comme on l'éprouve depuis quinze mois dans les Bailliages fournis par la saline de Montmorot. On ne debite plus à présent dans cette saline que des pains de sel formés à l'eau douce & séchés à l'étuve, incomparablement plus purs que ceux qu'on y debitoit précédemment. J'ai recueilli les marques les plus flatteuses & les moins équivoques de la satisfaction du peuple, en parcourant au mois de Novembre dernier, les cabannes des paysans sur les montagnes voisines de Saint-Claude, à l'extrémité de la province. Je dois le succès du travail en grand aux soins & aux attentions de M. Menetrier, Directeur de la saline de Montmorot, qui m'a bien secondé dans toutes ces recherches : je me fais un plaisir de lui rendre ici ce témoignage public avec les éloges qui sont dus au zèle & à la probité d'un bon citoyen. Il est à presumer que les mêmes procédés s'établiront dans la suite à Salins, si ces changemens ne sont point traversés par des intérêts subalternes ou par l'envie de perpétuer d'anciens abus : quoi qu'il en puisse être, j'ai rempli les objets de ma mission, & je ne pense pas qu'il soit possible de pousser plus loin la perfection des sels en pain, toujours inférieurs cependant aux sels cristallins & n'ayant pas la neutralité parfaite du sel à gros grain de Montmorot, tant parce qu'ils sont formés de sel à menu grain fait à l'eau bouillante, que parce qu'ils perdent un peu de leur acide par le dessèchement même dans les étuves. Un jour le sel à gros grain sera généralement préféré, comme il devoit l'être : en attendant, j'ai lieu d'espérer que la Franche-comté, désormais éclairée sur la qualité des eaux & sur la formation des sels, libre de choisir l'espèce qui lui conviendra le mieux, & déjà fournie de sels purs, me saura gré de mes travaux.



E X A M E N

D'UNE QUESTION

QUI S'EST ÉLEVÉE ENTRE LES ASTRONOMES,

SUR LA MANIÈRE

DE CALCULER L'ÉQUATION DU TEMPS.

Par M. DE LA LANDE.

IL paroîtra fans doute étrange qu'une matière auffi connue, auffi fimple, auffi effentielle dans l'Aftronomie que l'équation du temps, foit fufceptible encore de quelques incertitudes & de quelques difficultés; il eft vrai cependant que la difficulté fubtile, qu'elle n'a été ni éclaircie ni réfolvee, & qu'elle affecte le fondement & le principe le plus général de toutes nos réductions & de tous nos calculs Aftronomiques; elle a même donné lieu à une méprife de la part du plus habile Aftronomie que j'aie jamais connu, & que je n'avois jamais trouvé dans l'erreur.

30 Juillet
1762.

I. Tous les Aftronomes conviennent que l'équation du temps eft la différence entre l'afcenfion droite vraie du Soleil & fon afcenfion droite moyenne que l'on convertit en temps, depuis que Flamfteed le démontra clairement dans une petite Differtation qui eft imprimée parmi les Œuvres d'Horox. Pour convertir en temps la différence entre l'afcenfion droite vraie & l'afcenfion droite moyenne, la plupart des Aftronomes fe font contentés de prendre une minute de temps pour 15 minutes de degrés; je démontrerai plus bas que cela eft rigoureufement exact, quoique perfonne, que je fâche, n'eût encore examiné la petite différence qu'il pourroit y avoir entre un intervalle de temps moyen & un intervalle de temps vrai, (*art. VI*).

II. M. l'abbé de la Caille, dans fes Tables du Soleil les plus parfaites, les plus étendues, les plus commodes, les plus exactes

qu'il y ait jamais eu, reprocha à tous les Astronomes une erreur plus confiderable, il foutint qu'on devoit convertir cette différence des deux afcenfions droites en temps folaire moyen. Voici les termes qu'on trouve à la page 24. de fes Tables, à la fuite de la première Table de l'équation du temps: *Hæc Tabula eft æquatio centri Solis in tempus Solare medium converfa, quam quidem ut & differentiam inter longitudinem Solis veram & afcenfionem ejus rectam veram, quæ in Tabula fequente exhibetur, plerique canonum Aftronomiconum artifices in tempus fiderale feu primi mobilis minus accurate folent convertere; c'eft-à-dire,*
 „ la première partie de l'équation du temps, ou celle qui dépend de l'anomalie moyenne du Soleil, n'est autre chofe que
 „ l'équation du centre du Soleil, convertie en temps folaire moyen,
 „ la plupart des Auteurs qui ont dressé des Tables Aftronomiques, convertiffoient l'équation du centre en temps fideral,
 „ ou en temps du premier mobile, c'est-à-dire, à raifon de
 „ 15 degrés par heure, aufli-bien que la différence entre la longitude vraie du Soleil & fon afcenfion droite vraie qui forme
 „ la feconde partie de l'équation du temps, mais cette réduction en temps du premier mobile n'est pas exaëte. » On verra ci-après (*art. VII & VIII*) que c'est néanmoins en temps fideral & à raifon de 15 degrés par heure, que l'équation du centre doit être convertie, aufli-bien que la différence entre la longitude & l'afcenfion droite du Soleil.

III. Ce que M. l'abbé de la Caille entendoit par convertir en temps folaire moyen, est évidemment de convertir à raifon de 24^h pour $360^d\ 59'\ 8''$, ou $15^d\ 2'\ 28''$ par heure; car l'équation du centre du Soleil pour $3^h\ 1^d$, est $1^d\ 55'\ 31'',6$, qui, convertie en temps du premier mobile, donneroit $7'\ 42'',1$ pour l'équation du temps, correfpondante à $3^h\ 1^d$ d'anomalie moyenne dans la première Table (*page 24*), tandis qu'on y trouve $7'\ 40'',9$; la différence $1'',2$ est véritablement celle qu'il y a entre les heures du premier mobile & les heures folaires moyennes dans l'efpace de $7'\ 42''$; car cette différence est exactement de $1''\ 15''' 54'''$.

De même, la réduction de l'écliptique à l'équateur, ou la

différence entre la longitude vraie du Soleil & son ascension droite vraie à $1^{\text{e}} 16^{\text{d}}$ de longitude, est $2^{\text{d}} 28' 24''{,}6$; cette différence convertie à raison de 15 degrés par heure, donneroit $9' 53''{,}6$, mais elle se trouve dans M. l'abbé de la Caille (page 25) de $9' 52''{,}0$, c'est-à-dire, plus petite de $1''{,}6$; parce qu'en effet la différence entre les heures solaires moyennes & le temps du premier mobile est de $1'' 37''' 34'''$ dans l'espace de $9' 54''$, ainsi à cet égard il n'y a point d'équivoque sur ce que l'Auteur a entendu par ces mots *convertir en temps solaire moyen*.

IV. Je fais bien que l'équation du temps est un temps moyen, à parler exactement; mais il ne s'ensuit pas que l'on doive en faire la réduction suivant la Table qui sert communément à convertir les degrés en temps solaire moyen. L'équation est un intervalle de temps moyen.

Le temps moyen & égal, marqué par la révolution moyenne du Soleil, ou par la durée de 24 heures moyennes, enfin le temps marqué par une horloge ordinaire qu'on règle sur le moyen mouvement, est proprement celui des Astronomes; le temps *apparent* qu'on appelle en France le *temps vrai*, leur est en soi indifférent & inutile; nous ne l'observons même que parce qu'il sert à trouver le temps moyen; celui-ci est le but que nous nous proposons dans la recherche du temps vrai; car le temps vrai étant variable & inégal, ne peut servir d'échelle de numération, il est de l'essence d'une pareille échelle d'être toujours constante, uniforme & égale. Toutes les révolutions célestes, toutes les époques en temps, tous les intervalles de temps que l'on trouve dans nos Tables astronomiques, sont toujours en temps moyen; ainsi l'équation du temps est la différence entre l'ascension droite vraie & l'ascension droite moyenne du Soleil, exprimée en temps moyen, ou comptée sur une pendule de temps moyen; voilà dans quel sens on peut dire que l'équation du temps est exprimée en temps solaire moyen: voyons actuellement ce qu'on veut dire lorsqu'on parle de convertir la différence entre l'ascension droite moyenne & la véritable en temps solaire moyen.

V. Concevons un Soleil moyen, qui partant de l'équinoxe,

avance avec une vitéllé toujours uniforme dans l'équateur, qui soit toujours cloigne de l'équinoxe de la quantité de l'ascension droite moyenne, ou, ce qui est égal, de la longitude moyenne du Soleil. Du point de l'écliptique, où se trouve le Soleil vrai, abaïssons un cercle perpendiculaire sur l'Équateur, qui marquera l'ascension droite vraie du Soleil; suppolons que ces deux points de l'équateur diffèrent de 4 degrés, comme il arrive vers le 6 Novembre de chaque année; alors il devra s'écouler plus d'un quart d'heure de différence entre les passages du Soleil vrai & du Soleil moyen au méridien; cet espace de temps doit se compter comme tous les autres temps de nos Tables, sur la même pendule, sur la même échelle que toutes les révolutions & toutes les durées des mouvemens célestes; il doit donc se compter en temps solaire moyen, comme je l'ai observé ci-devant (*art. IV*).

Ce n'est pas
un temps solaire
moyen.

VI. On pourroit douter si ce n'est pas une portion ou un intervalle de temps solaire vrai; & quoique la différence ne puisse guère aller qu'à un quart de seconde sur l'équation du temps, je crois qu'il est bon de prouver ici que c'est un intervalle de temps moyen, il s'ensuivra qu'on doit véritablement & à la rigueur convertir les 4 degrés, que nous avons supposé à raison de 15 degrés par heure, parce que le Soleil moyen parcourt exactement 360 degrés dans l'espace de vingt-quatre heures moyennes. Que le Soleil ait eu avant midi ou doive avoir ensuite un mouvement quelconque, & le temps vrai une inégalité quelconque, cela est indifférent à l'horloge de temps moyen sur laquelle un Astronome compte ses temps & les durées; c'est toujours celle-ci que l'on emploie, parce qu'il faut nécessairement une échelle commune sur laquelle on puisse mesurer tous les temps, dans quelque partie ou dans quelque saison de l'année que l'on soit, de quelque planète qu'il soit question, quelque grand ou petit que soit le temps dont on veut avoir la mesure: ainsi quand le vrai Soleil est aujourd'hui dans le méridien, & que le Soleil moyen en est cloigné de 4 degrés, ces 4 degrés doivent se réduire en temps, sans aucun égard à ce qui va se passer d'ici à demain dans le mouvement propre

& inégal du Soleil, à raison de 15 degrés par heure, parce que dans une heure de la même horloge de temps moyen le Soleil moyen aura parcouru exactement 15 degrés de la sphère par son mouvement diurne. Si à midi le Soleil moyen est éloigné du méridien de 4 degrés, je suis sûr qu'il y arrivera dans 16 minutes, exactement comptées sur mon horloge de temps moyen, car le Soleil moyen parcourt toujours, & en tout temps, un degré en 4 minutes par le mouvement diurne.

VII. Je prouve actuellement que l'équation du temps ne doit pas être dans ce cas-là, de 15' 57", comme elle le seroit suivant les nouvelles Tables du Soleil, si l'on réduisoit nos 4 degrés en temps, suivant la Table qui convertit les degrés en temps solaire moyen; & d'abord cela paroîtra évidemment dans le cas particulier qui a lieu au commencement de Novembre; l'équation du temps étant alors de 16 minutes, ne change pas sensiblement d'un jour à l'autre, c'est-à-dire, que le Soleil vrai & le Soleil moyen ne changent pas de distance pendant ces vingt-quatre heures; l'un & l'autre emploiera à décrire les 360 degrés un intervalle de 24 heures exactement; donc les 4 degrés qu'il y a d'intervalle entr'eux emploieront exactement 16 minutes à passer; donc l'équation sera de 16' 0" & non pas de 15' 57".

VIII. Pour le prouver encore d'une autre manière, examinons le cas où ces 4 degrés ne devroient faire que 15' 57", ce seroit celui-ci: je suppose qu'une étoile en précède une autre de 4 degrés, & qu'on demande combien de temps il doit y avoir entre leurs passages au méridien; alors comme les 360^d qui composent la révolution diurne ou le retour d'une étoile au méridien, ne font que 23^h 56' de temps sur l'horloge du moyen mouvement, il est évident qu'il ne faut que 15' 57" pour 4^d, ainsi l'une précèdera l'autre de 15' 57", & non pas de 16 minutes; mais puisque les 360 degrés que le Soleil doit décrire pour revenir au méridien font 24 heures sur l'horloge de temps moyen, on ne peut se dispenser de prendre pour 4 degrés les 16 minutes tout-entières; on ne sauroit dire, comme dans le cas des deux étoiles, que le retour au méridien

136 MÉMOIRES DE L'ACADÉMIE ROYALE
exigeant moins de 24 heures, il faut prendre aussi moins de
16 minutes pour les 4 degrés.

IX. Je crois avoir démontré que pour trouver l'équation
du temps avec précision, il faut convertir, à raison de 15 degrés
par heure, & non pas à raison de 15^d 2' 28" par heure, la
différence entre l'ascension droite du Soleil & sa longitude
moyenne; de-là il suit qu'il faudra corriger les trois Tables
données par M. l'abbé de la Caille pour l'équation du temps,
en ajoutant 2",6 pour 16 minutes de temps, & pour les autres
à proportion, comme dans la Table ci-jointe.

Minutes de l'équat. du temps.	Corrèct.	Minutes de l'équat. du temps.	Corrèct.	Minutes de l'équat. du temps.	Corrèct.	Minutes de l'équat. du temps.	Corrèct.
Min.	Sec.	Min.	Sec.	Min.	Sec.	Min.	Sec.
1.	0,1.	5.	0,7.	9.	1,4.	13.	2,0.
2.	0,3.	6.	0,9.	10.	1,6.	14.	2,2.
3.	0,4.	7.	1,1.	11.	1,7.	15.	2,4.
4.	0,6.	8.	1,3.	12.	1,9.	16.	2,6.

Cette correction étant presque aussi grande que celle qui
résulte de l'attraction des Planètes sur la Terre, que M. l'abbé
de la Caille a le premier introduite dans les Tables, c'étoit
remplir les intentions de cet illustre Astronome que de
perfectionner son ouvrage; au reste cette matière se trouvera
discutée plus amplement & d'une manière plus élémentaire
dans le IV.^e Livre de mon *ASTRONOMIE*, art. 666 & suiv.
avec les Tables de l'équation du temps, corrigées suivant les
principes que je viens d'établir.



RÉFLEXIONS

R É F L E X I O N S

SUR QUELQUES PHÉNOMÈNES

Cités en faveur des Électricités en plus & en moins.

Par M. l'Abbé NOILLET.

MON éloignement pour toute dispute qui ne rouleroit 16 Juin 1762.
que sur des mots, la crainte que j'ai qu'on ne m'accuse
d'en faire naître ou d'en soutenir quelqu'une de cette espèce,
m'engagent à réitérer ici une déclaration que j'ai faite plusieurs
fois, soit en parlant, soit en écrivant; c'est que malgré la ré-
pugnance que j'ai pour les expressions impropres & obscures,
j'appellerai tant qu'on voudra Électricité *en plus, positive, par*
excès, par condensation, celle qui naît par le frottement du
verre dans un conducteur isolé; & Électricité *en moins, négative,*
par défaut ou par raréfaction, celle qu'un pareil corps reçoit
du soufre ou des matières résineuses.

Je conviens encore, comme je l'ai déjà dit très-formelle-
ment dans plusieurs de mes Écrits & de vive voix, que les
feux électriques, qu'on appelle *aigrette* & *points lumineux*, se
trouvent assez communément placés d'une manière tout oppo-
sée par l'une ou l'autre électrisation, c'est-à-dire qu'en électri-
sant avec le globe de soufre, par exemple, on fait paroître les
points lumineux aux endroits où l'on verroit des aigrettes si l'on
électrisoit avec du verre; de sorte qu'avec un peu d'habitude
on peut, sans voir le globe, dire assez sûrement si le conduc-
teur reçoit la vertu d'une matière résineuse ou d'une matière
vitrifiée.

J'ajoute à ma déclaration, que j'ai vu nombre de fois les
corps électrisés avec le verre, être attirés par ceux qui avoient
été électrisés avec le soufre ou avec la cire d'Espagne, & réci-
proquement, ceux qui avoient reçu l'électricité des matières
résineuses, se précipiter sur le verre nouvellement frotté.

Mém. 1762.

S

Je suis convenu de ces faits toutes les fois que j'ai eu occasion d'en parler ; ils sont consignés dans mes Mémoires académiques & dans mes Lettres imprimées : si quelqu'un m'imputoit de les avoir niés, de les avoir dissimulés, il prouveroit par-là qu'il ne m'a point écouté, qu'il ne m'a point lû, ou qu'il est injuste.

Mais, quoique j'admette des expressions nouvelles pour désigner certaines apparences & certains faits, je ne conviens point pour cela, ni que ces apparences, ni que ces faits soient propres à établir, comme on le prétend, deux vertus électriques, spécifiquement différentes, incompatibles entr'elles, & destructives l'une de l'autre.

Ce n'est ni par humeur, ni pour le plaisir de contrarier personne, que je combats cette opinion, renouvelée depuis quelques années ; on pourroit m'en soupçonner, si je n'y opposois que des négations non motivées, des raisonnemens vicieux, des expériences équivoques ; mais tout ce que j'ai allégué, je l'ai soumis au jugement du Public, & à la critique de mes adversaires : jusqu'ici personne n'a prouvé que mes raisons fussent mauvaises ; personne ne s'est mis en devoir de résoudre les difficultés que j'ai formées contre cette hypothèse considérée en elle-même, & contre la conséquence qu'on en prétend tirer ; c'étoit cependant ce qu'il falloit faire, si l'on vouloit se maintenir dans les prétentions que j'ai combattues ; car tant qu'on laissera subsister mes objections, le moindre effet qu'elles puissent avoir, c'est de suspendre le jugement des personnes judicieuses qui prendroient part à nos différens.

Voici le fond de la question : si les corps ne sont électrisés, comme on veut nous le faire entendre, que parce qu'ils donnent à d'autres une matière dont ils sont plus remplis qu'eux, ou parce qu'ils en reçoivent de ceux qui en ont davantage, il faudra convenir que tout phénomène de ce genre est produit par un seul & unique courant de matière électrique ; cette conséquence qu'on affecte de taire, est le véritable objet de tous ces efforts que l'on fait pour donner cours aux électricités en plus & en moins.

Mais il y a quinze ans que je prouve à qui veut le voir, que tous les phénomènes électriques s'opèrent par deux courans de matière bien distincts, qui vont en sens contraire l'un de l'autre : si l'on soutient que cela n'est pas, ce n'est point assez de le faire entendre, ce n'est pas même assez de le dire dans les termes les plus forts & les plus imposans ; il faut attaquer mes preuves, il faut une réfutation en règle ; ce n'est donc point contre des mots que je dispute, mais contre une hypothèse qui ne me paroît pas fondée, & pour un fait important dont je crois avoir suffisamment prouvé l'existence.

Je prévois que ce Mémoire sera long, c'est pourquoi je le diviserai en deux parties.

Dans la première, j'examinerai si l'on peut légitimement supposer que le fluide électrique se condense & se raréfie dans les corps.

Dans la seconde, je suivrai la matière électrique dans ses différens mouvemens, & je ferai voir que dans les expériences mêmes, que l'on cite en faveur des électricités en plus & en moins, on peut toujours reconnoître très-distinctement deux courans de ce fluide, qui vont en sens contraire l'un de l'autre, & qui ont lieu en même temps.

P R E M I È R E P A R T I E.

P O U R établir une différence *spécifique* entre deux êtres, tout homme instruit doit savoir qu'on ne peut pas se contenter de quelques apparences variables, & qui doivent tout ce qu'elles sont au plus & au moins ; il faut de toute nécessité des caractères distinctifs, permanens, qui tiennent à la nature du sujet, & qu'on soit sûr de retrouver toutes les fois qu'on aura affaire à lui ; en un mot, il faut des propriétés & non des accidens : c'est sur ce pied-là, & toujours en le déclarant, que j'examine depuis cinq à six ans, s'il y a raison suffisante pour admettre dans la Nature deux espèces d'électricités, *essentiellement* différentes l'une de l'autre, comme le prétendent quelques Auteurs, à qui il a plu de renouveler l'opinion de M. du Fay.

Je le répète encore : j'ai vu comme cet habile Physicien,

& comme ceux qui l'ont dit après lui, que ce qui est électrisé par le verre, ne laisse pas d'être assez communément attiré par la cire à cacheter, & généralement par toutes les matières que nous nommons *résineuses*. J'ai vu comme M. Franklin & comme les partisans, des coussins isolés attirer des corps électrisés & repoussés par le conducteur, mais je n'ai trouvé dans ces faits ni l'uniformité ni la constance qu'on exige dans des qualités essentielles, en un mot rien de décisif pour la question; & ce que j'en ai dit a fait impression apparemment sur ceux mêmes qui sont le plus attachés aux électricités en plus & en moins, résineuses & vitrées, puisqu'ils sont convenus que leur hypothèse avoit besoin de nouvelles preuves.

Revenons donc à ces nouvelles preuves, & voyons encore une fois si elles ont plus de force que celles dont on a reconnu l'insuffisance; je n'hésite point à le dire, parce que je suis en état de le prouver, ces prétendues preuves sont premièrement des suppositions dont on ne donne aucun autre garant que l'autorité de ceux qui les ont imaginées; des suppositions qui manquent de vraisemblance, & qui dérogent visiblement aux règles les plus ordinaires & les plus connues de la Nature; des suppositions, à l'aide desquelles, quand elles seroient admissibles, on ne peut expliquer plausiblement les effets les plus communs & les plus certains de l'Électricité: secondement, ce sont des expériences faites avec précipitation, dont les résultats mal observés ont fait avancer avec la plus grande confiance des assertions, qu'un examen impartial, plus approfondi & plus éclairé, a déjà anéanti plus d'une fois *. Entrons en détail.

On commence par supposer que la matière électrique est un fluide très-compressible, & qu'il se comprime en effet & se condense dans une barre de fer qui reçoit l'électricité du verre.

* Je m'en rapporterai pour ces résultats, à ce qui a été vu & certifié, 1.^o en 1752, par cinq Commissaires nommés par l'Académie, & par cinq autres Commissaires nommés de même en 1760. On pourra

voir à ce sujet deux Extraits des registres de l'Académie, imprimés, l'un à la fin du premier volume, l'autre à la fin du second volume de mes Lettres sur l'Électricité.

Je demande d'abord sur quelle raison l'on se fonde pour attribuer une telle compressibilité à une matière que l'on convient être très-analogue à celle du feu ; car celle-ci n'est point flexible à ce point-là : je demande ensuite ce qui nous oblige à reconnoître la prétendue condensation de ce fluide dans un conducteur ; il n'est plus temps de me dire que des faits sans nombre prouvent l'un & l'autre , que c'est le sentiment de tout ce qu'il y a de plus habiles Physiciens dans le monde , &c. Ces allégations vagues & indéterminées ne s'admettent point dans une dispute réglée ; il faut articuler ce que l'on a de mieux à dire ou à faire valoir en faveur de son opinion. Je déclare que je ne tiendrai compte que des argumens & des faits dont on me donnera une connoissance explicite , regardant tout le reste comme de vaines clameurs , par lesquelles on tâche de s'étourdir ou de faire illusion à des Lecteurs superficiels & peu instruits ; & quant à l'autorité des Savans qu'on m'oppose , je pourrois répondre qu'en Physique cela ne peut pas se mettre en balance contre des faits , ni même contre de bons raisonnemens ; mais je ferai mieux , je montrerai qu'il y a abus dans les termes , parce qu'on attribue les mêmes idées & les mêmes opinions à des gens qui n'ont presque rien de commun entr'eux que les expressions.

On me répète sans cesse , que je regarde moi-même la matière électrique comme un fluide élastique , d'où l'on infère que je dois admettre la grande compressibilité qu'on lui suppose ; car , dit-on , il n'y a point d'élasticité sans compressibilité.

Je n'ai point trop senti jusqu'à présent le besoin d'attribuer du ressort à la matière électrique ; cependant j'aime mieux dire qu'elle en a , que de la supposer d'une dureté absolue : mais la flexibilité qu'il faut pour être élastique , est-elle nécessairement celle qu'on me veut faire reconnoître dans le fluide électrique ? des grains de verre ou d'acier trempé , ne sont-ils pas des corps élastiques , & plus élastiques , sans comparaison , que des boulettes de coton ou de liège ? & parce que celles-ci sont les plus compressibles , faudra-t-il aussi que je les regarde comme les plus élastiques ? Disons donc qu'un fluide peut avoir beaucoup

de se sôit, sans que pour cela l'on en puisse conclure qu'il peut se resôuler & se loger en plus grande quantité dans un espace donné.

Quelqu'un pourra peut-être me dire que la matière du feu elle-même, toute dure qu'elle paroît être, ne laisse pas de se condenser dans une barre de fer, par exemple, que l'on fait rougir à la forge.

J'avoueroi, si l'on veut, (cependant je n'en suis pas bien sûr) que la matière du feu se trouve en plus grande quantité dans un morceau de fer rouge que dans la même masse refroidie ; mais il faut que l'on convienne avec moi que l'espace qui le contient est plus grand, puisqu'il les dimensions de ce corps sont augmentées par la chaleur : si vous faites attention à cet effet qui est inmanquable, quelle preuve vous reste-t-il à me donner de la condensation du feu ; & qu'est-ce que deviendrait l'argument que vous en voulez tirer ?

Allons plus loin, observons que tout fluide (compressible ou non) qu'on fait entrer dans un corps quelconque en plus grande quantité que la capacité ordinaire de ses pores ne le comporte, ne manque pas d'en augmenter le volume, à moins que la cohérence des parties de ce corps ne soit supérieure à la puissance qui tend à y faire entrer le fluide, ou à la force expansive que celui-ci conserve quand il y est condensé ; cela nous porte à penser, que la quantité de matière électrique n'est pas plus grande dans une barre de fer qu'on électrise, que dans cette même barre non électrisée ; car c'est un fait que l'électrisation ne rend point les conducteurs plus grands.

Ce n'est pourtant point par l'inspection d'une barre de fer que je veux prouver cette vérité, on ne manqueroit pas de m'objecter la grande cohérence des parties du métal, & l'effet imperceptible, quoique réel, qui pourroit résulter du fluide condensé dans un corps d'un tel volume ; c'est par une expérience appropriée à la question, & d'après laquelle on peut sûrement prendre un parti décidé.

J'écris fortement un thermomètre de mercure, dont la marche est très-sensible ; j'attends que la matière électrique ait

pénétré de la boule dans la partie supérieure du tube qui est purgée d'air, & qu'elle s'y fasse apercevoir par des jets de lumière; tout bien examiné dans un lieu dont la température se soutient la même, je ne vois jamais monter le liquide électrisé de la plus petite quantité que les yeux puissent apercevoir; qu'on m'apprenne si ce résultat peut s'accorder avec la supposition d'une matière refoulée & condensée dans le corps qu'on électrise?

Je me rappelle ici quelques faits, dont on croiroit peut-être pouvoir tirer avantage en faveur de cette condensation prétendue: j'ai vu plusieurs fois mes globes de verre & de soufre s'éclater & se briser en une infinité de morceaux lorsque je les frottois pour les électriser; j'ai observé de même que des tubes de verre qui enveloppoient des conducteurs, se mettoient souvent en pièces par une forte électrisation: ces accidens ne laissent-ils pas à penser que le fluide électrique, poussé dans ces corps en trop grande quantité, a rompu avec éclat la liaison de leurs parties propres?

Oui sans doute, parce que les fluides en général peuvent rompre ou faire crever tout ce qui résiste à la force qui les presse, quand l'opposition est trop foible; mais de l'eau, dont la compressibilité n'est pas sensible, produira cet effet aussi sûrement pour le moins que l'air, qui a la propriété de se comprimer beaucoup; & de cela seul qu'un corps solide augmente de volume ou se brise, en recevant dans ses pores une matière étrangère qui les distend & qui les force, je ne crois pas qu'on puisse conclure que cette matière y soit condensée; il me paroîtroit plus naturel d'inférer qu'elle ne l'est pas; car, si ce qui entre est assez dur pour ne se pas laisser comprimer, il en sera d'autant plus propre à diviser le corps qui lui oppose la cohérence de ses parties, puisqu'il ne partagera point par le resserrement des siennes l'effet de la force impulsive, à laquelle il obéit: aussi le célèbre & savant Boërhaave a-t-il prononcé que le feu élémentaire étoit le plus dur & le moins flexible de tous les fluides, puisqu'il n'y a que lui qui ait la propriété d'entamer & de dilater tous les corps sans exception.

Qu'il me soit permis de répéter une objection que j'ai déjà faite plusieurs fois , & à laquelle , non plus qu'aux autres , personne , que je sache , n'a encore répondu , sinon en assurant que *cela ne pouvoit pas faire la moindre difficulté, ni persuader aucun Physicien habile & versé dans ces matières.* Au risque de faire tourner contre moi ce jugement , & de passer pour un homme peu au fait des questions qu'il traite , j'avouerai que je n'ai jamais compris , & que je ne comprends pas encore comment un homme qui se pique d'être *habile & versé* en Physique , peut supposer que le fluide électrique se comprime , se resoule , se condense dans un conducteur , lorsqu'il convient d'ailleurs que ce conducteur est perméable de toutes parts au fluide qu'on y pousse ; lorsqu'il reconnoit avec tout le monde que cette matière se tamise & s'échappe par tous les pores du corps électrisé , au moment même qu'on l'applique à l'expérience ; lorsqu'il voit à l'une des extrémités du conducteur des écoulemens lumineux , autant & plus apparens que la matière qu'on peut supposer lui être fournie à l'autre extrémité par le globe : y a-t-il dans la Nature quelque exemple à citer d'un pareil effet ? s'il y en a , pourquoi n'en pas faire mention ? s'il n'y en a pas , doit-on se flatter qu'en supposant une chose aussi étrange que celle-là , on sera dispensé d'en donner aucune raison plausible ?

Compteroit-on en avoir donné une , en observant que la matière électrique s'épanche d'un corps dans un autre , jusqu'à ce qu'elle soit , dit-on , en équilibre dans tous les deux ?

Si l'épanchement , la transmission du fluide électrique , ne pouvoient se faire qu'à condition qu'il auroit été condensé dans l'un des deux corps , & raréfié dans l'autre ; après avoir reconnu la réalité de l'épanchement , il faudroit bien convenir qu'il y a plénitude excessive d'une part , & raréfaction ou disette de l'autre ; mais cette condition ne me paroît point du tout nécessaire pour avoir l'effet dont il s'agit ; nous l'aurons de même avec une plénitude égale par-tout , & avec un fluide non compressible. Je conçois clairement qu'un tube rempli d'eau se videra par un bout , à mesure qu'on en poussera par l'autre ,

l'autre, sans que sa plénitude soit augmentée d'une seule goutte, sans que la densité de la liqueur change sensiblement, sans que l'écoulement soit provoqué par un autre tuyau vide auquel on le feroit aboutir; car, quand ce dernier seroit déjà plein lui-même, cela n'empêcheroit pas que la transvasion n'eût lieu, pourvu que la liqueur pût à la fin sortir par quelque endroit du tuyau qui la reçoit.

Je crois que ce que je viens d'alléguer contre la prétendue condensation du fluide électrique, avec ce que j'en ai déjà dit dans deux Mémoires & dans le second volume de mes Lettres sur l'Électricité, prouvera suffisamment à toute personne initiée en Physique, & qui ne se sera pas laissée aveugler par la prévention, que cette supposition manque de preuve & même de probabilité. Je serai bientôt voir qu'on n'est pas mieux fondé à dire que ce même fluide se raréfie & s'épuise; mais avant que d'aller plus loin, il me reste à examiner un fait capable d'en imposer à quelqu'un qui n'approfondiroit point assez ce que peut montrer l'expérience, & qu'on a retourné de bien des façons pour le faire parler en faveur des électricités en plus & en moins; voici à quoi il se réduit.

Quand on fait frotter un globe de verre par un coussin isolé, & que quelque partie de ce coussin vient à s'approcher d'un conducteur électrifié par le même globe, les étincelles qui éclatent entre ces deux corps, sont communément plus fortes que celles qu'on fait naître entre ce même conducteur & un autre corps non isolé; le fait m'a toujours paru assez constant: voici comme on l'explique, suivant la doctrine de M. Franklin.

« La matière électrique se condense, dit-on, dans le conducteur, & se raréfie dans le coussin isolé; quand ces deux corps s'approchent l'un de l'autre, le fluide condense dans le « conducteur se précipite avec plus de force dans le coussin qui « en est comme qu'puise, que dans un pareil corps non isolé, qui « en a toute sa dose naturelle ».

On suppose donc ici, & toujours sans preuve, la condensation du fluide électrique contre laquelle j'ai allégué, je crois, d'assez bonnes raisons; « il faut bien, dit-on, que le conducteur

» ait plus de matière électrique qu'on n'en a quand on n'est
 » point électrisé, puisqu'un corps qui n'est point isolé, en tire
 des étincelles ».

A cela je réponds que si l'on se fait une règle d'attribuer un excès de matière électrique à celui des deux corps, de qui paraîtra venir l'étincelle, on pourra faire l'expérience de telle façon que cette surabondance prétendue se trouvera dans le corps non isolé qui sera présenté au conducteur: ce corps n'a qu'à
 Fig. 1. être terminée en pointe un peu mouflée (*A*, *fig. 1*), & le conducteur par un plan ou par un arrondissement un peu large *B*, alors faites & refaites plusieurs fois l'épreuve dans un lieu obscur, & je vous garantis que vous verrez presque toujours partir l'étincelle du corps non électrisé. Il n'en faudroit pas davantage pour montrer combien on s'abuse quand on prétend, sur de pareils indices, fonder une supposition qui est d'ailleurs si peu vraisemblable.

J'ai fait voir, il y a plus de quatorze ans, en examinant les différens signes d'électricité *, que le doigt d'un homme qui n'est point isolé, vis-à-vis la paume de la main d'un autre homme faisant l'office de conducteur, donne souvent une belle aigrette lumineuse; faudroit-il dire en pareil cas, qu'un corps, dans son état naturel, est plus chargé de matière électrique qu'un pareil corps qu'on électrise.

Quant au coussin isolé vis-à-vis du conducteur, j'ai peine à croire qu'il y ait en lui un épuisement tel qu'on le suppose, j'en atteste encore la même épreuve que je viens de rapporter. Si la partie du coussin qui se présente au conducteur est une pointe de métal un peu mouflée, c'est de cette pointe que vous verrez sortir le feu électrique.

Et d'ailleurs, comment puis-je croire que ce coussin a souffert l'épuisement dont il est question, quand je lui vois rendre les fils d'épreuve *D* constamment divergens, quand je lui vois attirer & repousser des corps légers *E*, quand je lui vois faire, quoique plus faiblement pour l'ordinaire, tout ce qu'a coutume

* Mém. de l'Acad. des Scienc. 1747, pag. 102, *fig. 2* : Recherches sur les causes particulières des phénomènes électriques, *Disc. II*, §. *Expo.*

de faire un conducteur, accélérer les écoulemens des liqueurs *F*, pousser en avant la fumée & la flamme d'une petite bougie *G*. par un soufflé que l'on sent sur la main.

Je dis plus foiblement, pour l'ordinaire, car quoique ces électricités, qu'on appelle *en moins*, soient presque toujours plus foibles que celles qu'on nomme *en plus*, je n'ignore pas qu'il y a moyen de rendre les premières aussi fortes & même plus fortes que les autres : après un grand nombre d'épreuves faites en différens temps sur cela, il nous a paru, à M. du Tour & à moi, que cela dépend de la nature & des grandeurs respectives du corps qui frotte & de celui qui sert de conducteur au même globe, c'est pourquoi nous avons presque toujours pris pour corps frottant & pour conducteur, deux hommes isolés, en les faisant changer alternativement de fonction.

Ajoutons encore une expérience qui doit au moins embarrasser ceux qui regardent l'étincelle comme l'effet & la preuve d'un excès de matière électrique qui s'épanche avec précipitation dans un corps où il y en a moins. Je fais frotter un globe de verre par deux hommes également isolés, & j'observe par l'écartement des fils d'épreuve & par les autres signes, qu'ils sont tous deux également électriques, autant qu'on en peut juger, je demande lequel des deux est le couffin, lequel est le conducteur, auquel des deux on doit attribuer l'électricité en plus, auquel l'électricité en moins, lequel est épuisé, lequel est excessivement plein de matière électrique ? on le décidera quand & comme on le jugera à propos ; mais en attendant la décision, je déclare, après m'en être bien assuré, que si les deux hommes se présentent l'un à l'autre la main qui n'est pas occupée à frotter le globe, on verra éclater entre ces deux mains des étincelles très-sensibles, quoique toujours plus foibles qu'elles n'ont coutume d'être dans les autres cas.

On apprendra en même temps, par cette expérience, que deux corps qui ont reçu la même électricité, peuvent se tirer mutuellement des étincelles, ce qui est contradictoirement opposé à ce qu'on veut nous persuader, en donnant pour principe

que cet effet n'arrive jamais qu'entre deux corps dont les électricités sont essentiellement différentes, ou dont l'un n'est point du tout électrisé, à moins qu'on n'imagine de dire que dans le cas dont je viens de faire mention, le même globe donne à l'un des deux hommes une vertu essentiellement différente de celle qu'il donne à l'autre; mais quelle ressource!

Quand les choses se passeroient comme on nous le dit, quand le feu électrique, partant uniquement du conducteur, se jetteroit dans un corps non isolé, parce qu'il y trouveroit moins de matière électrique, & dans le couffin isolé, parce qu'il le trouveroit vide; j'ai déjà remarqué ailleurs qu'on n'expliqueroit point par là l'inflammation éclatante qui fait l'étincelle, ni l'action retroactive de ce feu sur le conducteur (car c'est un fait bien connu, que si le conducteur est un corps animé, il ressent la piqure comme celui qui le fait étinceler). En effet, est-il probable que le fluide électrique s'enflamme jusqu'à explosion, uniquement parce qu'il trouve moins d'opposition à son mouvement, uniquement parce qu'il coule avec plus de facilité dans le corps qu'on lui présente; ou bien s'il ne s'enflamme que parce qu'il coule plus facilement, pourquoi l'inflammation rend-elle son action rétrograde?

Et pourquoi s'obstiner à chercher dans de pareils écarts ce que l'expérience nous met sous les yeux? les étincelles qu'on voit naître entre deux pointes, dont l'une est électrisée par le verre & l'autre par le soufre, ou point du tout, ces étincelles, dis-je, ne sont-elles point de la même nature que toutes les autres? eh bien! faites l'épreuve dans un lieu obscur & par un

Fig. 2. temps favorable, approchez les deux pointes (*A, B, fig. 2*) doucement l'une de l'autre, & regardez ce qui se passe entre elles, vous verrez aux extrémités de ces deux corps briller des petits feux qui tendent visiblement l'un vers l'autre, qui se condensent à mesure qu'ils se touchent davantage, & qui éclatent enfin avec bruit lorsque leurs densités & leurs vitesses, augmentées à un certain point, se trouvent capables de produire cette espèce d'explosion.

Si l'un des deux corps se présente à l'autre par un endroit

plat ou largement arrondi, l'étincelle éclate de même, mais des deux feux qui la produisent, il n'y en a souvent qu'un de visible, celui-là seulement qui vient du corps pointu (*fig. 1*), apparemment parce que celui qui vient de la surface large, n'étant point ramassé comme dans une pointe, en sort avec un degré de densité & de vitesse qui ne suffit pas pour le rendre lumineux & apparent.

Si quelqu'un prétendoit que dans ce dernier cas il ne faut compter que sur le jet de feu que l'on voit, & que celui que je suppose venir de la surface large n'existe pas, j'électrifierois ce dernier corps avec un globe de verre, & alors les partisans mêmes des électricités en plus & en moins se rangeroient de mon côté, pour soutenir que de quelque partie que ce soit de ce corps, il sort des jets de matière électrique.

Mais au moins, me dira-t-on, il n'en sortiroit pas si cette surface large étoit au bout d'un conducteur électrisé par le soufre, & néanmoins il y auroit étincelle.

Oui, sans doute, il y auroit étincelle, mais je ne conviens pas de ce qu'on suppose, en disant que si le conducteur électrisé avec le soufre étoit terminé par une surface large, il ne sortiroit de là aucune matière électrique; & sur quoi prétendrait-on fonder une telle supposition? est-ce parce qu'on ne voit pas sortir le feu électrique de cette surface? mais elle a cela de commun avec une pareille surface électrisée par le verre, de laquelle on convient cependant qu'il sort des jets de matière électrique.

« Non, me direz vous, c'est parce que l'expérience a fait voir d'ailleurs que le soufre tire à lui le fluide électrique; le « conducteur qui aboutit à un globe de cette matière, prouve « assez, par les franges ou aigrettes lumineuses qu'il répand sur « sa surface, qu'il s'épuise pour fournir à cet écoulement; & « s'il se vide par ce côté là, comme le fait même le démontre, « comment veut-on qu'il se fasse des émanations par l'autre « bout? »

Je conviens, & je l'ai dit il y a long-temps *, que les

* Mém. de l'Acad. 1745 .p. 175. Essai sur l'Électr. des corps, p. 115.

matières résineuses & le soufre, principalement lorsqu'on les a frottés ou légèrement chauffés, se dilatent plus que le verre & absorbent mieux que lui la matière électrique qui parvient à leur surface; ainsi, ayant égard à cet effet, je dirai, si l'on veut, avec M. Franklin, que le soufre tire à lui le fluide électrique, mais je ne conviendrai pas de même que le conducteur s'épuise par l'écoulement lumineux qu'on voit à son extrémité du côté du globe: si cela étoit, cet écoulement ne seroit pas perpétuel, comme il peut l'être si l'on soutient l'électrification.

Je ne conviendrai pas non plus que le fluide électrique se raréfie dans ce même conducteur: cette supposition ne peut pas être admise, tant que l'on s'accordera à dire avec moi, que le fluide électrique est universellement répandu dans l'air même de notre atmosphère, qu'il s'épanche de lui-même dans tous les endroits où il manque, & que tous les pores du conducteur dont nous parlons, sont ouverts pour lui. Avec un pareil aveu soutenir que ce conducteur est épuisé de matière électrique, c'est comme si l'on vouloit me persuader qu'un vaisseau percé de toutes parts demeure vide au fond d'une rivière, ou qu'on l'épuisera avec une pompe ou autrement, en supposant toujours son immersion & ses ouvertures.

A propos de cet épuisement prétendu d'un conducteur, aboutissant à un globe de soufre, je ne puis comprendre comment ceux qui le supposent, nous donnent le point lumineux qui paroît à l'autre extrémité (*B. fig. 3*), comme un feu électrique qui rentre dans ce conducteur: s'il rentre par un bout pendant qu'il sort par l'autre, comment se fera l'*exhaustion*, dans laquelle on fait consister l'électricité en moins?

Je m'attends bien qu'on va me répondre qu'il rentre moins vite qu'il n'en sort.

Hé bien! si cela est, ce point lumineux qu'on nous donne pour un feu qui rentre, si le globe cesse d'agir, doit durer après, autant de temps qu'il en faut pour que le conducteur en partie épuisé, ait repris tout ce qui lui manque. Or je m'en rapporte à la bonne foi de ceux à qui je fais cette objection; qu'ils me disent s'ils ont jamais vu leur point lumineux

durer seulement un instant après qu'on a cessé de frotter le globe.

Je me rappelle ici un moyen imaginé par M. Wilson , pour faire entendre comment un conducteur électrisé par le soufre ou par un coussin isolé qui frotte le verre , peut rester un certain temps comme épuisé , quoique toujours plongé dans le fluide même qui en est sorti , & qui tend à y rentrer conjointement avec celui qui est répandu dans l'air ambiant : « Tous les corps , dit-il , sont naturellement pourvus d'une petite atmosphère qui leur est propre ; cette espèce d'enduit invisible & adhérent au conducteur , empêche , comme pourroit faire une soupape , le retour ou la rentrée de la matière électrique , qui s'est accumulée autour de lui par l'électrification , & qui cherche à reprendre sa première place ».

Je respecte la supposition des petites atmosphères en général , parce qu'elle a été introduite en Physique par de grands hommes & je regarde comme ingénieuse l'application particulière que M. Wilson en veut faire dans l'occasion présente ; mais quand on lui passeroit les fonctions qu'il attribue gratuitement & sans preuves à l'atmosphère propre du conducteur , j'ai peine à croire qu'il pût tirer de cette hypothèse de quoi répondre solidement aux objections qu'on peut faire contre l'idée qu'il nous donne de l'électricité en moins ; arrêtons-nous un moment sur ce sujet.

Selon M. Wilson , & ceux qui parlent d'après lui , un conducteur qu'on électrise avec un globe de soufre , s'épuise du fluide électrique qu'il contient naturellement , & l'on nous dit pour raison de ce fait prétendu ; c'est que le globe frotté tire à lui la matière électrique des corps isolés qui l'avoisinent.

Accordons pour un moment cet épuisement ou cette rarefaction du fluide électrique , dont j'ai fait voir plus haut le peu de vraisemblance ; & convenons qu'on lui assigne ici une cause mécanique qui a quelque chose de spécieux : en n'y regardant pas de plus près , on pourroit s'en contenter ; mais j'ai objecté qu'il y avoit autour du conducteur électrisé par le soufre , comme autour de celui qui a reçu l'électricité du verre , une atmosphère

électrique, attractive & répulsive en même temps ; & je l'ai prouvé par des faits si palpables , si décisifs , qu'après les avoir niés opiniâtement & après avoir elude les phénomènes qui déposent de son existence, on a senti enfin la nécessité d'en convenir.

Je demande présentement à M. Wilson, qui ne se fait point arracher cet aveu comme quelques autres partisans de M. Franklin, je lui demande comment il entend que se forme cette atmosphère à mesure que le globe tire à lui le fluide électrique contenu dans le corps sur lequel il agit ; car si le soufre frotté tire ce fluide du conducteur pour l'absorber ou le répandre sur le couffin & dans l'air ambiant, comment ce même fluide qui s'écoule par un bout du conducteur, peut-il en même temps s'accumuler sur toute la longueur, qui peut, comme l'on sait, s'étendre à trente ou quarante pieds, & bien davantage ?

M. Wilson accorde au corps électrisé en moins une atmosphère répulsive, pour expliquer, dit-il, comment deux corps qui ont cette même vertu se tiennent constamment écartés l'un de l'autre, & certainement il en donne par-là une raison très-physique & suffisante ; mais puisque l'inspection des phénomènes & l'examen réfléchi de leurs circonstances l'ont amené à ce point-là, j'ai lieu de croire qu'il voudra bien considérer encore que quand l'un des deux corps cesse d'être électrique, ou qu'il l'est d'une autre manière, il ne manque pas de percer l'atmosphère subsistante de l'autre en se précipitant sur lui. Retrçons ceci par des faits, & préférons les plus simples & les plus connus.

Fig. 4. La *figure 4* nous remet sous les yeux l'expérience d'Otto Guericke, par laquelle on a appris pour la première fois qu'un globe de soufre nouvellement frotté attire d'abord un corps léger comme un duvet de plume, & qu'ensuite il le repousse & le tient écarté de lui jusqu'à ce que la vertu électrique soit éteinte dans l'un ou dans l'autre, ou dans tous les deux. Pour ne laisser rien qu'on puisse attribuer à la pesanteur ni à l'air agité par la rotation du globe, ajustons-y un conducteur d'une longueur suffisante ; & au lieu d'éprouver le duvet ou le corps léger

léger qui en tient lieu au dessus du globe, portons-le, au bout d'un fil de soie très-délié & très-sec, à côté & à l'extrémité la plus reculée du conducteur.

Si ce petit corps *A*, pendant au fil de soie, se trouve électrisé en même temps que le conducteur, chacun d'eux reçoit donc, comme le dit fort bien M. Willon, une atmosphère de matière électrique; & par la résistance réciproque des deux atmosphères, ils se tiennent écartés l'un de l'autre autant de temps que dure en eux la vertu électrique: voilà le premier fait & son explication.

Un second fait qui n'est pas moins certain ni moins connu, c'est que si l'on dépouille le petit corps suspendu, de son atmosphère électrique, en le touchant avec le doigt ou autrement, aussi-tôt on le voit s'élancer vers le conducteur, nonobstant l'atmosphère répulsive de celui-ci, qui demeure toujours telle qu'elle étoit; car un autre corps *B*, par exemple, semblable au premier, qu'on n'aura pas déélectrisé comme lui, restera infailliblement dans l'état de répulsion, à quelque endroit du conducteur qu'on le présente.

Un Physicien qui aura tant fait que d'attribuer les répulsions à la résistance du fluide électrique accumulé autour du conducteur, pourra-t-il s'empêcher de convenir que dans le cas de l'attraction apparente dont je viens de parler, le corps flottant ne soit amené au corps électrisé par l'impulsion d'une matière qui suit son mobile jusqu'au terme de sa tendance?

La même expérience nous offre un troisième fait, dont je puis encore tirer parti vis-à-vis d'un Physicien qui commence à sentir que les causes mécaniques & intelligibles sont les seules qui puissent inspirer quelque confiance. Dès que le petit corps suspendu au fil de soie a touché le conducteur électrisé & qu'il en a contracté la vertu électrique, il s'en sépare avec précipitation & s'en tient constamment écarté à une certaine distance; cela ne devoit pas arriver, ce me semble, si les atmosphères électriques, n'étoient, comme on nous le dit, que des amas de matières disposés en forme de vapeurs: car pourquoi le petit corps avec son atmosphère, plongé d'abord dans celle

du conducteur, n'y demeureroit-il pas? un petit tourbillon de fumée se sépare-t-il ainsi d'un plus grand qui l'enveloppe? & quand les deux atmosphères sont contiguës l'une à l'autre, pourquoi ne se mêlent-elles pas en une seule, comme deux portions de vapeurs de même nature s'unissent entr'elles dès qu'elles viennent à se toucher?

La précipitation avec laquelle le petit corps s'éloigne du conducteur qui l'a électrisé, nous montre assez visiblement qu'il est entraîné par une matière animée d'un mouvement rapide, & la direction qu'il suit ne nous laisse pas douter que le conducteur n'en soit la source, comme il est le terme de celle qui amène à lui les corps qui ne sont point dans le cas d'être repoussés.

J'observe pour quatrième & dernier fait, que si l'on cesse de frotter le globe de soufre, & qu'on touche avec le bout du doigt le conducteur, en quelqueendroit que ce soit, on lui fait perdre à l'instant toute son électricité.

Or je voudrois savoir de M. Wilson, ce que devient alors l'atmosphère électrique du conducteur: il me dira sans doute, suivant ses principes, qu'elle rentre subitement dans le corps épuisé, d'où elle avoit été expulsée; car, selon lui, ce n'est qu'à cette condition qu'un corps électrisé en moins, revient à son état naturel, & que la matière électrique reprend son équilibre.

Mais si cette matière électrique accumulée étoit arrêtée autour du conducteur par la petite atmosphère propre, adhérente à sa surface, comme je l'ai rapporté d'après M. Wilson; il faudroit donc imaginer encore que le plus léger attouchement, fait à un endroit quelconque de cette surface, la dépouille à l'instant & dans toute son étendue, de cette espèce d'enduit qui lui est naturel, & qui s'oppose à la rentrée de la matière électrique; supposition étrange, & qui le paroîtroit encore davantage, si je voulois la presser par un examen plus approfondi.

Je vais rapporter une expérience citée par M. Wilson, & qui « manifeste, dit-il, d'une façon bien sensible l'existence » de ces atmosphères; & ce qui est bien plus singulier, continue-t-il,

qui détermine laquelle des deux électricités est véritablement « l'électricité en plus , & laquelle est l'électricité en moins ».

(*A, B, C, fig. 5*) est un tube de verre de la grosseur de *Fig. 5.* ceux dont on fait les baromètres , & qui dans sa totalité peut avoir six pieds & demi de longueur ; il est plié en *B* de manière que les deux parties qui deviennent à peu près parallèles entr'elles après la courbure , ont chacune environ trois pieds de longueur ; on remplit entièrement de mercure cette espèce de siphon , & l'on plonge les deux bouts des branches en même temps dans deux petits vases qui contiennent du mercure ; par cette double immersion, lorsqu'on redresse l'instrument dans une situation verticale , les branches plongées deviennent deux baromètres , dont les parties supérieures & purgées d'air communiquent ensemble par la courbure ; on assujétit le tout de façon que l'un des deux vases *E*, par exemple , devenant électrique , ne puisse communiquer sa vertu à l'autre ; pour cet effet on peut fixer avec de la cire d'Espagne ces deux vases sur un carreau de verre épais ou de glace , élever & fixer de même entre les deux un tube de verre assez fort pour soutenir la pièce *A, B, C*, & poser enfin le tout sur quelque grand vase ou guéridon de verre , bien essuyé & bien séché , comme il est représenté en *F*.

Tout étant ainsi préparé dans un lieu privé de lumière , si l'on conduit l'électricité d'un globe de verre dans l'un des deux petits vases qui contiennent du mercure , tandis que l'autre communique par quelque chaîne traînante ou autrement , avec des corps non isolés , on remarque les effets suivans.

1.^o Du haut de la colonne de mercure *G* il émane une lumière qui n'est point distinguée par rayons divergens , comme aux aigrettes qui s'élancent d'un conducteur dans l'air ; celle-ci plus pleine se répand presque uniformément dans l'espace vide *G, B, H*, ayant une direction assez marquée , selon l'ordre de ces trois lettres.

2.^o A l'extrémité de la colonne de mercure de l'autre branche , il paroît une petite lueur très - courte & plus brillante que la portion de lumière qui remplit le tube au-dessus.

3.^o Au lieu d'un globe de verre, si l'on se sert d'un globe de soufre, ou de quelqu'autre matière résineuse, les apparences sont les mêmes, quoique plus foibles; mais elles sont dans un ordre renversé, c'est-à-dire, que la lumière qui s'étend dans le vide, paroît émaner du point *H* & suivre la direction *H, B, C*, & la petite lueur plus brillante que le reste, paroît en *C*.

4.^o Au lieu de deux colonnes, on en peut faire quatre, six ou huit, &c. en entrecoupant le mercure dans les deux branches du siphon par quelques portions d'air qu'on y fera rentrer, & qui sera toujours moins dense que dans son état naturel; alors les effets rapportés ci-dessus se multiplieront dans le même ordre & avec les mêmes apparences: l'électricité venant du verre, par exemple, les émanations lumineuses partiront des points *K, C, L*, & les petites houppes plus brillantes paroîtront en *I*, en *H* & en *M*; tout cela arrivera dans le sens opposé, si la vertu électrique vient du soufre.

A l'aspect de ces phénomènes, M. Wilson s'écrie qu'il voit distinctement d'où vient le fluide électrique, la route qu'il tient, & les effets qu'il produit; & il ajoute « qu'au défaut
» d'autres preuves, les houppes lumineuses du second article
» confirmeront de la façon la plus décisive l'existence des
» petites atmosphères, dont les surfaces de tous les corps sont
» naturellement revêtues, & qui, jusqu'à un certain point assez
» limité, résistent, dit-il, & s'opposent à ce que le fluide électrique
y entre & en sorte ».

Je vois, comme M. Wilson, qu'il vient du globe de verre un courant de matière électrique qui traverse d'un bout à l'autre les colonnes de mercure *EK, MG, HL*, & qui remplit de sa lumière les espaces vides *KM, GBH, LI*; mais au lieu de ces petites atmosphères précaires qu'il croit voir en *M*, en *H*, en *I*, je reconnois avec bien plus de sûreté les éruptions d'un autre courant de matière électrique, venant des corps non isolés pour se rendre au globe.

Ce dernier courant, plus foible que le premier (quand le globe est de verre) laisse à peine apercevoir son mouvement progressif; mais ce qu'il perd de ce côté-là, se trouve compensé

par la vivacité de son inflammation lorsqu'il débouche de la colonne de mercure, car il est frappé plus fortement que partout ailleurs par le premier courant qui s'y précipite.

Si l'on veut une preuve sensible de ce second courant, dont je soutiens ici l'existence, qu'on jette les yeux en *N* sur le bout du premier conducteur répondant au globe de verre, on l'y verra sûrement arriver & durer autant de temps qu'on voudra soutenir l'électrification.

Quand le globe est de soufre, je trouve que M. Wilson a raison de dire qu'il aperçoit visiblement un courant de matière électrique venant des corps non isolés *O*, *P*, &c. traversant toutes les colonnes de mercure pour se rendre au globe, & remplissant de sa lumière les espaces vides qui les séparent les uns des autres; mais je n'admets pas plus que dans l'autre cas ces prétendues atmosphères, étrangères à l'électricité, qu'il imagine en *K*, en *G*, en *L*: je suis en état de prouver que c'est encore un courant de matière électrique, moins marqué par son mouvement que le premier, mais qui n'est pas moins réel que lui.

En attendant d'autres preuves que j'ai à donner de ce courant, je propose celle-ci: que l'on isole la chaîne *P*, *O*, & qu'on la termine par une pointe de fer ou de quelque autre métal, on y verra à coup sûr une lumière lente, qui, bien examinée & sans prévention, sera reconnue pour être une matière qui débouche & qui se porte en avant; cet écoulement durera autant de temps qu'on en voudra mettre à frotter le globe.

En répétant l'expérience sur laquelle je viens de porter mes réflexions, je me suis assujéti aux procédés décrits par M. Wilson, afin qu'on ne me cherchât point querelle sur les changemens que j'aurois pu y faire, mais je n'en ai pas moins reconnu au premier aspect de l'appareil qu'il étoit trop & inutilement compliqué. En effet, de quoi s'agit-il ici, c'est de communiquer l'électricité, tantôt avec du verre, tantôt avec du soufre à une suite de conducteurs placés bout à bout, isolés jusqu'au dernier exclusivement, & séparés les uns des autres par des espaces vides d'air. On peut avoir tout cela avec un

simple tube de baromètre, en partie rempli de mercure, bouché par les deux bouts *A, B, fig. 6*, & suspendu avec des fils de soie dans la situation qu'on trouvera la meilleure : il conviendra seulement de faire passer de part & d'autre, à travers les bouchons, deux petits bouts de fil de fer, dont l'un aboutissant au globe, en recevra l'électricité, & l'autre facilitera la communication avec des corps non isolés.

Je dis plus, c'étoit essentiellement la même expérience que je faisois en 1747, lorsque portant avec une verge de fer l'électricité du verre dans un matras un peu oblong, purgé d'air & garni d'un robinet (*fig. 6*), je touchois avec la main la partie opposée à celle qui recevoit le conducteur ; s'il y a une disparité qui change l'espèce, qu'on me la montre ; s'il n'y en a pas, comme je le crois, voici les apparences des feux électriques dans le dernier cas : *Lorsque je ne déterminois pas les flammes (électriques) à se porter vers l'équateur du vaisseau, il en sortoit une fort grosse de l'extrémité du fer, laquelle alloit au-devant d'une autre tout-à-fait semblable, qui venoit du goulot.*

* *Mém. Acad.* ou étoit attaché le robinet *.

1747, p. 120. Quand on fait ainsi l'expérience en grand, les effets sont bien plus marqués, & il n'est plus possible de méconnoître le second courant, que M. Wilson a pris pour une petite atmosphère adhérente au mercure, parce qu'il n'a vu ces feux que dans un tube dont la capacité avoit à peine deux ou trois dixièmes de ponce en diamètre.

Au reste, si M. Wilson cherche à expliquer tous les phénomènes électriques par un seul courant de matière, & que sur ce point-là il soit d'un avis différent du mien, je juge, par certaines réflexions répandues dans ses Écrits, sur-tout dans ses Mémoires sur la Tourmaline, qu'il ne regarde pas les électricités en plus & en moins comme deux êtres essentiellement différens. Je croirois lui faire tort en lui attribuant cette opinion, après qu'il a dit formellement qu'il n'y a dans la Nature qu'un seul & même fluide électrique, & après qu'il a montré, par un assez grand nombre d'expériences, qu'il ne faut souvent qu'une légère variation dans la distance d'un corps à l'autre,

dans le degré de chaleur, dans la manière de frotter, &c. pour produire l'une ou l'autre de ces deux vertus ou pour faire paroître celle-ci à la place de celle-là (a).

On abuse des termes, quand on cite M. Symmer comme le partisan des électricités en plus & en moins, prises dans le sens de M.^r Franklin, Wilfon, &c. Pour prouver sans réplique, que ce Physicien attache à ces dénominations des idées, je ne dis pas seulement différentes, mais opposées à celles de ces Messieurs, je ne puis mieux faire que de rapporter ses propres paroles : « Je pense, dit-il, que les opérations de l'Électricité ne dépendent pas d'une seule puissance positive, mais de deux puissances distinctes, positives & actives toutes deux, & que c'est par leur contraste & par l'opposition avec laquelle elles agissent, pour ainsi dire, l'une contre l'autre, qu'elles produisent les variétés qui distinguent les phénomènes électriques, en sorte que le corps que l'on nomme *électrisé positivement*, n'est pas simplement imprégné d'une plus forte dose de matière électrique que dans l'état naturel; & que celui qui est dit *électrisé négativement*, n'en a pas moins; mais le premier est revêtu d'une plus ample portion d'une de ces puissances actives; & que le second l'est d'une plus ample portion de l'autre puissance active, tandis qu'un corps dans son état naturel n'est inélectrisé que parce que ces deux puissances sont en équilibre (b) ».

M. Symmer emploie toute la première partie de son quatrième Mémoire à prouver l'existence de ces deux pouvoirs actifs dans toutes sortes d'électricités, & il la prouve par des faits concluans, & qui sont, selon moi, absolument incompatibles avec la supposition d'un seul courant de matière, objet essentiel de ceux qui soutiennent les électricités en plus & en moins avec M. Wilfon.

(a) Voy. Expériences sur la Tourmaline, par M. Wilfon, de la Société royale de Londres, dans une lettre imprimée en anglois & adressée au d.^r Heberden. Suite d'expériences sur l'Électricité, par le même, adressée à Milord comte de Maidesfield. *Transactions Philosoph.* 1760, n.^o XLX.

(b) Voy. Expériences & Observations nouvelles concernant l'Électricité, par M. Robert Symmer, de la Société royale de Londres, traduites de l'anglois par M. du Tour, avec des notes que j'y ai ajoutées, imprimées chez Guérin & de la Tour, 1763, page 84.

Il est vrai que M. Symmer, lorsqu'il écrivoit ses pensées, croyoit être d'un avis différent du mien : il est encore vrai qu'en admettant deux pouvoirs positifs dans tous les phénomènes de ce genre indistinctement, il pense qu'on doit reconnoître deux sortes d'électricités ; mais si l'on se donne la peine de lire les remarques que j'ai jointes à la traduction de son Ouvrage, citée ci-dessus, on verra 1.^o que l'opinion de ce Physicien se concilie très-aisément avec la mienne ; 2.^o que les expériences prouvent bien qu'on peut distinguer deux électricités différentes l'une de l'autre, mais non pas *essentielllement*.

Au reste, quand M. Symmer, M. Willson & encore d'autres habiles gens comme eux ne seroient pas de mon avis, que voudroit-on conclure de-là ? sont-ils eux-mêmes d'accord entre eux sur tous les points de leur système ? si l'autorité devoit nous décider en Physique, ne pourrois-je pas citer nombre de Savans, de très-célèbres & de très-habiles Professeurs, qui ont adopté & enseigné de vive voix & par écrit l'opinion que je défends ; n'en pourrois-je pas nommer qui, pour faire cette adoption, ont sacrifié généreusement leurs propres idées à la vérité qu'ils ont cru voir de mon côté ? mais de quel poids peuvent être de pareilles citations pour ou contre, quand il ne s'agit que d'opinions ? ne sait-on pas qu'en Physique l'autorité la plus grave ne peut rien contre un bon raisonnement, encore moins contre une expérience décisive ; ce ne sont ni les partisans ni les adversaires qu'il faut compter, mais les raisons & les faits qu'il faut peser.



Pla. I

Fig. 1.

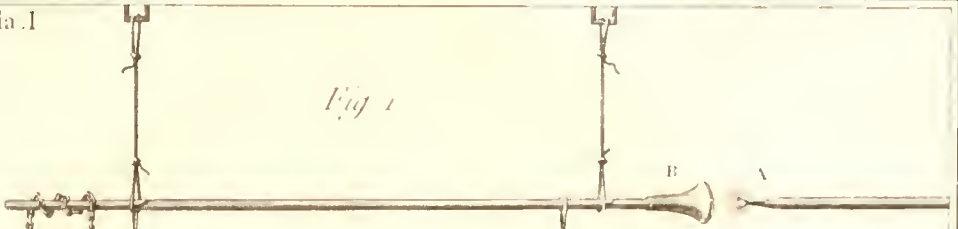


Fig. 2.



Fig. 3.



Globe de verre

Fig. 1.

Globe de cuivre

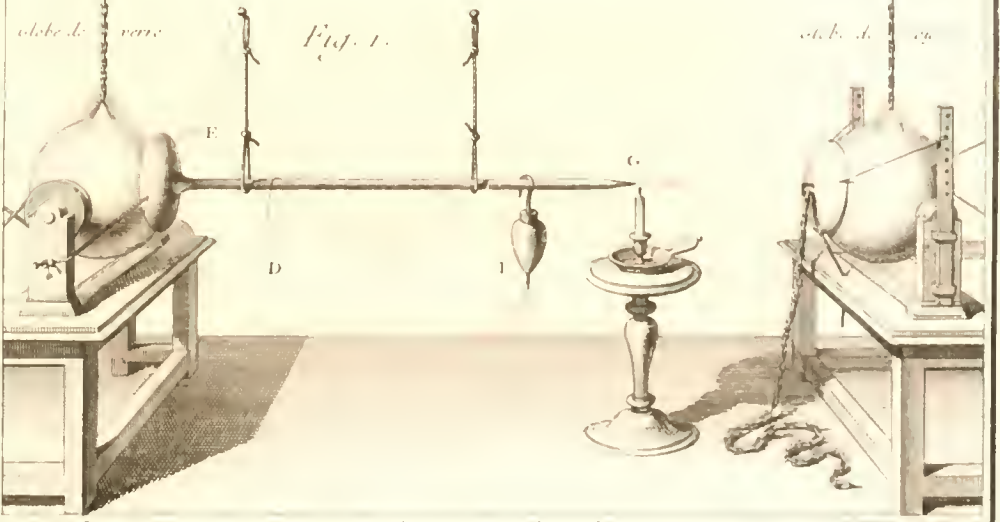
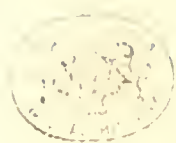
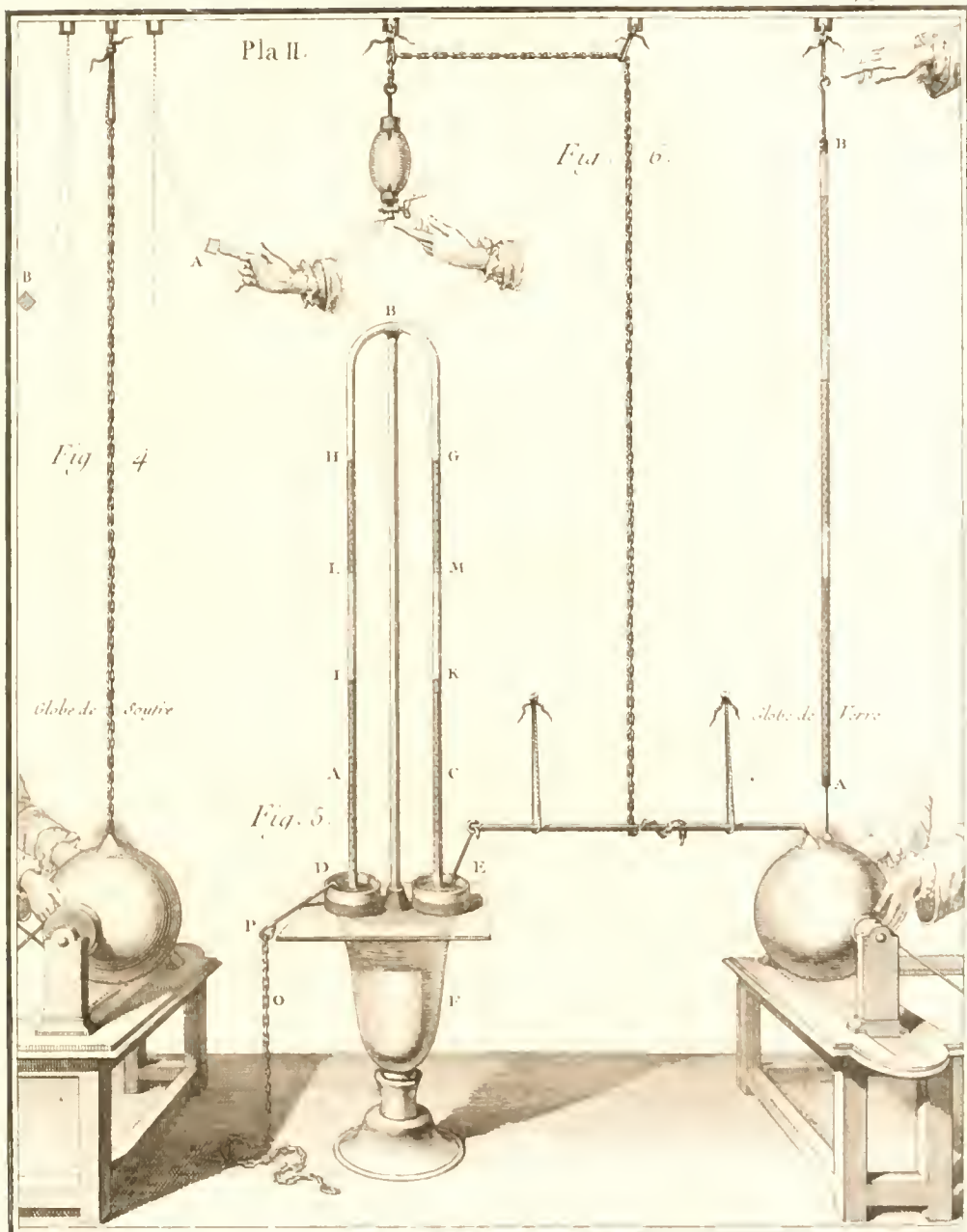


Fig. 1.







M É M O I R E

S U R L E S A T E L L I T E

*Vu ou présumé autour de la planète de Vénus, &
sur la cause de ses courtes apparitions & de
ses longues disparitions.*

Par M. D E M A I R A N.

LE passage de Vénus sur le disque du Soleil, annoncé & calculé soixante-huit années d'avance par M. *Halley*, & qui arriva le 6 Juin 1761, avoit ranimé chez les Astronomes l'espérance de voir distinctement le Satellite qu'on n'a fait jusqu'ici que soupçonner autour de cette Planète. Quelques Observateurs ont cru en effet l'y avoir aperçu, plusieurs au contraire n'y ont rien vu de pareil, malgré leurs soins & leur attente, & je suis du nombre de ces derniers. J'avouerai cependant que je n'en suis pas moins porté à croire que ce Satellite existe, tant par les anciennes observations que nous avons sur ce sujet, qu'en vertu d'une cause, à mon avis, très-capable de produire ses longues disparitions, & à laquelle je ne sache pas qu'on ait pensé.

8 Mai
1762.

Rappelons - nous d'abord ces observations.

Je n'insisterai point sur celles de *François Fontana* *, Mathématicien de Naples, qui dès 1645 & au commencement de 1646, nous assure avoir vu quatre fois ce Satellite, tantôt sur la partie éclairée de la Planète qui étoit en Croissant, tantôt sur la partie obscure, & même une fois à chacune des extrémités & tout proche des cornes du Croissant; ce qui supposeroit deux Satellites, & qui à cet égard, comme dans tout le reste, peut paroître douteux, ne fût-ce que par la petitesse des instrumens qu'on y employoit en ce temps-là. Je m'arrêterai donc

* *Novæ celestium terrestriumque rerum observationes.* Neap. 1646.

Mém. 1762.

aux deux observations du célèbre *Dominique Cassini*, mieux circonflancées & plus connues, l'une de 1672, l'autre de 1686, & j'y ajouterai celle de *M. Short*, de la Société royale de Londres, faite en 1740, dont je donnai la description dans l'Histoire de l'Académie, année 1741, & imprimée depuis dans les Transactions philosophiques de cette Société (a).

C'est en rapportant l'observation de 1686, que *M. Cassini* fait mention de la première (b). « Le 28 Août, dit-il, à 4^h » 15' du matin, en regardant Vénus par la lunette de 34 pieds, » je vis à trois cinquièmes de son diamètre vers l'Orient, une » lumière informe qui sembloit imiter la phase de Vénus, dont » la rondeur étoit diminuée du côté de l'Occident : le diamètre » de ce phénomène étoit à peu près égal à la quatrième partie » du diamètre de Vénus..... J'avois vu, continue-t-il, une » apparence semblable qui imitoit la phase de Vénus, le 25 » Janvier de l'an 1672, depuis 6^h 52' du matin jusqu'à 7^h 2', » quand la clarté du crépuscule la fit évanouir. Vénus étoit alors » en Croissant, & ce phénomène qui étoit égal à peu près à la » quatrième partie du diamètre de Vénus, étoit aussi en forme » de Croissant. Il étoit éloigné de la corne australe du diamètre » de Vénus du côté de l'Occident. Dans ces deux observations, » ajoute le savant Astronome, j'ai douté si ce ne seroit pas un » Satellite de Vénus, qui seroit d'une consistance moins propre » à réfléchir la lumière & qui auroit à peu près la même proportion à Vénus que la Lune à la Terre..... Mais quelque » recherche que j'aie faite après ces deux observations & en » divers temps, pour achever une découverte de si grande importance, je ne l'ai jamais pu voir que ces deux fois ; c'est pourquoi je suspens mon jugement ».

L'observation de *M. Short* est presque en tout semblable à celles de *M. Cassini* ; mais avec cette différence & l'avantage inélinable, qu'il put la répéter plusieurs fois dans l'espace d'une heure entière, & y employer des instrumens de différente

(a) N.^o 459.

(b) Découverte de la Lumière céleste, &c. *Mém. de l'Acad.* tome VIII, page 181.

grandeur; au lieu que *M. Cassini* n'avoit eu, pour ainsi dire, que des momens & 9 à 10 minutes tout au plus, pour constater les siennes. Remarquons aussi que c'est au lever & malgré la présence du Soleil qu'elle fut faite, savoir le 3 Novembre, depuis quelques minutes après sept heures jusqu'à huit heures un quart, où la trop grande lumière lui fit perdre de vue le phénomène. *M. Short* regardoit Vénus avec un Télescope de 16 à 17 pouces anglois de foyer, & il n'y vit d'abord que comme une très-petite étoile tout proche de cette Planète. Il en prit un autre de même foyer qui étoit garni d'un micromètre, & qui augmentoit 50 ou 60 fois le diamètre de l'objet, & avec lequel il trouva que la petite étoile n'étoit éloignée de Vénus que de 10 minutes; mais y en ayant pointé un troisième qui grossissoit 240 fois, il s'aperçut avec une agréable surprise que cette petite étoile avoit la même phase que Vénus. Enfin il voulut voir si cette phase se montreroit encore avec un Télescope qui ne grossissoit que 140 fois, & la phase parut toujours la même. Son diamètre ne faisoit pas le tiers de celui de Vénus, & sa lumière étoit moins vive que celle de cette Planète, mais cependant assez forte & bien tranchée. La ligne tirée de la petite étoile au centre de Vénus formoit un angle de 18 à 20 degrés avec l'Équateur. Après quoi *M. Short* finit, comme *M. Cassini*, par les vains efforts qu'il avoit faits depuis pour revoir le même phénomène, c'est-à-dire, depuis 1740 jusqu'en 1744, temps de l'impression de son Mémoire.

Qu'on fasse attention maintenant à toutes les circonstances de ces observations, à l'accord surprenant qui règne entr'elles, à l'habileté des Observateurs, à la perfection & à la grandeur des instrumens avec lesquels elles ont été faites, à la consistance du phénomène, à son diamètre trois ou quatre fois plus petit que celui de Vénus, & à peu près en proportion de celui de notre Lune à la Terre, & sur-tout à cette phase toujours semblable à celle de Vénus, seulement échanccée quand *la rondeur de Vénus n'est que diminuée*, en Croissant quand Vénus est en Croissant, & toujours bien terminée; il paroitra sans

doute bien difficile que ce ne soit là qu'une illusion d'Optique, & autre chose que le Satellite même de Vénus.

Avant que M. Huguens eut découvert l'Anneau de Saturne, on avoit pris quelquefois les extrémités de ses anses pour deux autres Planètes, ou pour deux de ses Satellites qui n'en étoient qu'environ au quart de son diamètre; mais outre que ce n'étoit qu'avec des petites lunettes, & qu'avec les plus grandes on n'a jamais aperçu d'anneau de cette espèce à Venus, on voit par l'observation de M. *Short*, que le phénomène de la petite étoile étoit à plus de 10 diamètres ou 40 fois plus loin de la Planète, que les anses de Saturne ne sont de la leur; ce qui est incompatible avec une telle illusion.

Mais que penser enfin d'un Satellite qui ne paroît que deux fois dans l'espace de quatorze ans, & qui n'est vu ensuite que cinquante-quatre ans après? Et pour revenir à la planète de Saturne, elle en a un de ces Satellites, qui paroissent & qui disparaissent, mais pour quelques jours seulement, mais en règle, dans ses conjonctions périodiques; & rien de pareil dans le prétendu Satellite de Vénus.

Supposons cependant qu'il existe, ce Satellite. Si par la circonférence du lieu qu'il occupe dans le Ciel autour de la Planète qu'il accompagne, il se rencontroit ici une cause prochaine & vraisemblable de ses courtes apparitions & de ses disparitions irrégulières, ne seroit-ce pas du moins & après tout ce qu'on vient de voir dans les observations précédentes, une forte induction à tirer en faveur de son existence? or c'est ce qui s'y rencontre en effet.

Le Satellite de Vénus est presque toujours plongé dans l'Atmosphère du Soleil, ainsi que la Planète principale, comme on peut le démontrer par la position & par les dimensions de cette Atmosphère; il est donc presque toujours enveloppé d'une matière fluide plus ou moins dense, qui nous le cache en tout ou en partie, & qui se complique avec la petitesse & avec la texture peu réfléchissante de sa surface; c'est, dis-je, à cette cause variable qu'il faut attribuer ses apparitions fortuites & ses longues disparitions; tandis que la Planète ne

ceste point de se montrer aussi lumineuse que nous la voyons, & par sa grosseur, quarante ou cinquante fois plus grande, & par la contexture réfléchissante de sa surface. Entrons dans le détail.

Je donnai dans mon *Traité de l'Aurore boréale, (sections première & quatrième)* une ample description de l'Atmosphère solaire, d'après les observations immédiates de M. *Cassini* sur la Lumière zodiacale, qui n'est autre chose que cette Atmosphère & le fluide dont il s'agit, en tant qu'il se manifeste à nous sur l'horizon, avant le lever au printemps, après le coucher en automne, & dans les éclipses totales de cet Astre. Je partirai de là pour abrégé & pour montrer l'analogie des effets à la cause, abstraction faite de la validité quelconque de mon hypothèse sur le phénomène que j'avois pour objet dans ce *Traité*.

Or 1.^o l'Atmosphère du Soleil aplatie vers ses pôles, de figure lenticulaire sur le plan de son Équateur, & de fuseau, de lance ou de cône par son profil, comme elle nous paroît toujours, & sous un angle plus ou moins aigu, plus ou moins obtus, vue de la Terre, s'étend quelquefois par cette longueur conique au-delà de l'orbite terrestre, & par conséquent bien au-delà de l'orbite de Vénus qui est d'un grand tiers plus proche du Soleil que la Terre. D'où il suit que l'orbite de Vénus & vraisemblablement celle de son Satellite qui n'en a jamais été vu plus loin qu'à 10 minutes de distance, seront presque toujours renfermées dans cette étendue longitudinale de l'Atmosphère solaire.

2.^o Cette Atmosphère considérée par sa largeur ou par son épaisseur, & bornée par notre horizon, y occupe quelquefois 14 ou 15 degrés d'amplitude, & d'autant plus que le Soleil, sur la surface duquel elle appuie, se trouve moins profondément caché sous l'horizon; d'où l'on peut inférer avec assez de certitude, que l'épaisseur lenticulaire de l'Atmosphère du Soleil croît de plus en plus, à mesure qu'elle approche davantage du centre de cet astre qui lui est commun; & cette épaisseur doit être prise de part & d'autre du plan de son

Équateur, qui fait un angle de $7\frac{1}{2}$ degrés avec l'Écliptique, tandis que les limites de Venus n'en font qu'à $3\frac{1}{2}$, 4 degrés plus près. L'Atmosphère solaire comprendra donc encore en ce sens & presque toujours l'orbite de Venus, & vraisemblablement celle de son Satellite. Je dis presque toujours, parce que dans ce sens, comme dans celui de sa longueur, ou dans tous les deux à la fois, les apparences de ces dimensions, de longueur & de largeur, sont infiniment variables & changent souvent d'une année, d'un mois & quelquefois d'un jour à l'autre, sans que nous ayons jusqu'ici de règle ni de loi pour en prévoir les changemens ni pour en connoître la cause.

3.^o Enfin l'Atmosphère solaire, considérée par sa densité ou par sa rareté, son opacité ou sa transparence, n'est pas moins variable que par son étendue. Tout ce que nous savons là-dessus de plus certain par les observations, c'est que sa densité croît visiblement depuis la pointe du fuseau ou du cône, sous la figure duquel nous la voyons sur l'horizon, jusqu'à sa base sur ce même horizon, & que tout auprès ou quelques degrés au-dessus, les grandes Étoiles qu'on voit à travers en sont ternies, & que les petites y disparaissent entièrement; d'où l'on peut juger qu'un objet privé par lui-même de lumière, qui n'est visible que par celle qu'il nous réfléchit, & qui ne se peint à nos yeux que sous un angle de 15 à 20 secondes, n'y doit pas moins disparaître.

Mais il y a plus, la densité de cette matière croîtra encore & sera toujours plus grande autour de la Planète & du Satellite qu'elle ne l'étoit par elle-même dans le lieu de l'Atmosphère solaire d'où elle y est tombée, & cela par une cause qui mérite ici une nouvelle attention.

Tout corps planétaire, tant du second que du premier ordre, est doué, comme on sait, & de quelque manière qu'on l'explique, d'une force centrale qui en retient les parties autour d'un point; d'où résulte sa sphéricité. Donc, & en vertu de cette force, dont l'action s'étend indéfiniment au-delà en raison inverse des quarrés de distance, tout corps planétaire qui viendra à nager dans un fluide tel que l'Atmosphère solaire, en assem-

blera, en entassera les molécules en plus grande quantité autour de la surface, & en augmentera d'autant la densité : donc le Satellite de Venus, enveloppé, surchargé d'un semblable fluide qui doit encore l'accompagner en tout ou en partie lorsqu'il est vu hors des limites, tant longitudinales que latitudinales, de l'Atmosphère solaire, nous y paroîtra sombre ou d'une lumière moins vive que celle de la Planète, tandis que cette Planète, bien que dans le même cas, n'en sera pas sensiblement dégradée, en comparaison du Satellite, par les raisons que nous en avons données ci-dessus : à quoi l'on peut ajouter que, toutes choses d'ailleurs égales, & s'il est vrai, comme l'a pensé *M. Newton*, que la matière des Planètes soit d'autant plus compacte & leur force centrale d'autant plus grande qu'elles sont plus petites *, le Satellite de Venus devra être encore par-là plus dégradé de lumière que la Planète ; & voilà en effet ce qu'en attestent toutes nos observations, sans en excepter celles de *Fontana*, en ce point très-conformes à celles de *M.^{rs} Cassini* & *Short*, du moins dans ses figures, où le Satellite est toujours distingué par des hachures de la partie éclairée du disque de Venus.

Concluons donc d'après nos observations, & conformément à ces remarques, que le Satellite de Venus, vrai ou supposé tel, ne sauroit se montrer à nous que dans ces trois cas.

Ou, lorsque l'Atmosphère solaire n'atteint pas par sa longueur jusqu'à l'orbite de cette Planète, & à celle de son Satellite.

Ou, lorsque l'Atmosphère solaire y atteignant par sa longueur, n'y atteint pas par sa largeur.

Ou enfin, lorsque malgré tous les obstacles de position dans l'Atmosphère solaire, cette Atmosphère & cette enveloppe du Satellite, se trouvent être assez rares ou assez transparentes, pour laisser passer jusqu'à nous une partie suffisante de la lumière qu'il réfléchit vers nous.

* *Princ. math. lib. III, prop. 8, cor. 4. Densiores igitur sunt Planetæ qui sunt minores*; ce qui se deduit des lo. ces centrales proportionnelles, *ibid. prop. 6, 7, &c.* & qui n'est pas moins applicable aux Planetes

Secondaires qu'aux Premièrès. C'est ainsi que la masse de la Lune est à celle de la Terre, comme 1 à 39, ou environ, tandis que sa grosseur n'est pas tout-à-fait comme 1 à 49; *ibid. prop. 37, cor. 4.*

On voit assez les exceptions & les modifications, ainsi que la complication & les combinaisons dont toute cette théorie est susceptible, tant par rapport aux Nœuds, à l'Aphélie & au Périhélie de la Planète, que nous connoissons, qu'aux Nœuds, aux Latitudes & aux Élongations du Satellite, que nous ne connoissons pas; élemens de calcul, auxquels il ne sera pourtant pas inutile d'assigner différentes valeurs par voie d'analyse & de fausse position, pour en comparer les résultats avec les observations précédentes, & pour nous en préparer par-là de moins fortuites.

Je supprime un plus long détail; mais je ne crois pas devoir passer sous silence un phénomène que je vis constamment pendant que Vénus parcouroit le disque du Soleil, & qui pourroit avoir quelque liaison avec la théorie que je viens d'établir sur l'entassement de la matière zodiacale ou de l'Atmosphère solaire, autour des corps célestes qui viennent à la traverser.

C'étoit un Anneau toujours adhérent aux bords du disque de Vénus, & dont la largeur que je pris plusieurs fois, avoit la dix à onzième partie du diamètre de cette Planète; sa lumière étoit plus foible que celle du disque solaire, sur lequel cependant il se faisoit très-bien distinguer. J'observois tantôt avec une lunette de 7 pieds de foyer, tantôt avec un télescope de 16 pouces & à micromètre, à travers un morceau de verre brun-rougeâtre devant l'oculaire. C'est ainsi que je vis toujours le disque du Soleil d'un beau jaune, celui de Vénus, noir & bien tranché, & celui de l'Anneau, tirant sur l'orangé. Mais pour voir ce que deviendroient toutes ces apparences avec une plus grande lunette, j'y en employai encore une très-excellente du sieur le Bas, de 14 à 15 pieds, avec le même verre devant l'oculaire; & je n'y aperçus d'autre différence, sinon que les bords extérieurs de l'Anneau étoient moins décidés, & sa couleur plus approchante de celle du Soleil; effet ordinaire des grandes lunettes sur ces sortes d'objets nébuleux, tels que la Lumière zodiacale, la queue & la chevelure des Comètes, le limbe & la plupart des autres parties
de

de l'Aurore boréale, qu'on distingue toujours mieux avec de petites lunettes, ou même à la vue simple, qu'avec de grandes.

Ne seroit-ce donc point ici un nouvel indice de cet amas condensé de la matière zodiacale ou de l'Atmosphère solaire, qui, en vertu de la force centrale, doit se former & se conserver sur les globes de Vénus & de son Satellite, presque toujours plongés dans l'Atmosphère solaire ? c'est sur quoi cependant je n'insisterai pas, soit par les sujets de doute que la complication d'une atmosphère propre de Vénus pourroit y faire naître, soit par les illusions d'Optique qu'on pourroit y soupçonner, & que j'y soupçonne moi-même ; chacun en jugera selon ses lumières, je rapporte seulement ce que j'ai vu.

Du reste, je me flatte en avoir assez dit sur l'existence possible du Satellite en question, pour engager les Astronomes à ne se point rebuter sur une découverte dont il y a tout lieu de croire que l'objet est très-réel, & que *M. Cassini* jugeoit de si grande importance : des observations plus particulièrement dirigées à cette intention, de plus longues lunettes, de plus forts télescopes & des circonstances plus favorables, nous feront peut être démêler ce Satellite à travers le voile qui nous l'a presque toujours caché jusqu'ici.



O B S E R V A T I O N
D E L'ÉCLIPSE DE LUNE

Du 8 Mai 1762, au matin.

Par M. MARALDI.

8 Mai
1762.

J'AI observé cette éclipse avec une lunette de 7 pieds ; garnie au foyer commun des verres, d'un réticule composé de treize fils également éloignés entr'eux, & dont les deux extrêmes comprenoient, au commencement de l'éclipse, le diamètre de la Lune, & le divisoient par conséquent en douze parties égales ; le Ciel étoit très-serein, & l'ombre fort bien terminée.

*Temps vrai.*A 2^h 0' 0" on voit à la vue la pénombre sur le bord de la Lune.

2. 6. 0 la pénombre est très-forte.

2. 21. 0 l'Eclipse me paroît commencée.

2. 22. 0 commencement certain.

2. 28. 8 l'Eclipse est d'un doigt.

2. 28. 48 l'ombre à Aristarque.

2. 30. 6 Aristarque est tout dans l'ombre.

2. 32. 28 l'ombre à Grimaldi.

2. 33. 24 2 doigts.

2. 34. 40 l'ombre à Képler.

2. 35. 18 Grimaldi tout dans l'ombre.

2. 38. 0 3 doigts.

2. 41. 18 l'ombre à Copernic.

2. 41. 58 l'ombre à Platon.

2. 43. 18 4 doigts & Platon dans l'ombre.

2. 44. 33 tout Copernic dans l'ombre.

2. 47. 8 l'ombre à Gassendi.

2. 50. 0 5 doigts.

2. 51. 18 l'ombre au bord de *Mars serenitatis*.

- 2^h 55' 48" l'ombre à *Manilius*.
 2. 57. 18 6 doigts.
 1. 59. 28 l'ombre à *Menelaüs*.
 3. 4. 18 l'ombre à *Plinius*.
 3. 5. 0 7 doigts, & l'ombre à *Dionysius*.
 3. 13. 28 8 doigts.
 3. 16. 8 l'ombre au bord de *Mare cristum*.
 3. 19. 58 l'ombre à *Proclus*.
 3. 24. 43 tout *Mare cristum* dans l'ombre.
 3. 26. 0 9 doigts, & l'ombre à *Tycho*.
 3. 31. 18 tout *Tycho* dans l'ombre.
 3. 32. 0 9 doigts & demi.
 3. 41. 10 10 doigts.
 3. 53. 0 10 doigts & demi ; jusqu'à présent l'ombre
 m'a paru assez bien terminée, mais à mesure que la
 Lune approche de l'horizon, elle devient confuse,
 & je cesse d'observer.



S E C O N D M É M O I R E

S U R L A

M I N É R A L O G I E D E S E N V I R O N S D E P A R I S.

Par M. GUETTARD.

31 Mars
1762.

LE plan général de la Minéralogie des environs de Paris; que j'ai donné en 1756, ne me permettoit pas d'y détailler les observations que je pouvois avoir faites sur chaque fossile en particulier; les détails sont cependant ce qui intéresse le plus ceux qui ne s'attachent pas à la superficie des choses & qui n'aiment à se rendre qu'à une conviction entière; ce n'est que par des preuves détaillées qu'on peut les convaincre: voilà les motifs qui m'ont engagé à entrer dans ces preuves & à rapporter dans quelques Mémoires ce que j'ai observé sur chacun de ces fossiles.

On trouvera déjà dans mon Mémoire sur les Poudingues, imprimé en 1753, ce qui regarde ceux que nous fournissent les environs de cette grande ville. En 1754, j'ai dit quelque chose des Plâtres à l'occasion des stalactites des plâtrières de Montmartre. En 1758, j'ai rapporté, lorsque j'ai traité des Pierres meulières, ce que celles de ce canton m'avoient fait voir; il me reste maintenant à faire connoître plusieurs autres fossiles mieux qu'ils ne le sont, & qui méritent, à ce que je crois, l'attention des Naturalistes: j'en choisis un pour le sujet de ce Mémoire qui est singulier par les figures qu'il prend en se formant; ce fossile est une espèce de caillou, dont certaines pierres des plâtrières sont lardées; jamais caillou n'a mieux mérité être mis au nombre des pierres figurées que celui-ci; il a des figures variées à l'infini, & l'on peut assurer en général qu'elles sont toutes plus singulières les unes que les autres.

Quoiqu'à la rigueur toutes les pierres aient une figure qui leur est propre, on a cependant donné le nom de pierres figurées à celles qui en avoient une qui les rapprochoit de

quelque corps connu & régulier : on pourroit trouver une infinité de ces rapports dans ces sortes de cailloux ; j'en ferai connoître plusieurs, lorsque j'aurai parlé de la nature des pierres dans lesquelles ils se forment.

Ces pierres sont une de celles dont les plâtrières des environs de Paris sont composées ; il y en a de deux espèces, les unes sont d'un gris verdâtre, la couleur des autres est d'un blanc crayeux ; les premières sont feuilletées, s'exfolient aisément & se réduisent en une espèce de glaise, lorsqu'elles sont humectées par la pluie ; les secondes sont plus compactes, plus dures, ne s'exfolient pas à l'air, mais s'y dissolvent à la longue, & donnent naissance à une espèce de terre d'un blanc de marne.

Lorsqu'on jette un morceau de celle-ci dans l'eau-forte, elle y excite un sifflement semblable à celui que fait la chaux dans l'eau commune, elle s'y dissout en partie, & ce qui ne s'y dissout pas, devient d'un brun jaunâtre, reste suspendu à la surface de la liqueur, ou tombe dans le fond ; cette différence ne vient, à ce que je crois, que de ce que les éclats sont plus ou moins grands ; les plus petits se précipitent, les plus grands, au moyen de leur étendue, présentent plus de surface à la liqueur qui les soutient ; ce que la liqueur en dissout, doit être bien peu considérable, le sifflement cessant promptement, l'éclat qu'on y a jeté ne se déformant point, la liqueur restant transparente & aucun dépôt ne se faisant par la suite, quoiqu'elle devienne un peu blanche dans le temps que son action subtile ; cette pierre a encore la propriété de se calciner.

La position de ces pierres dans les carrières est précisément au-dessus du premier banc des pierres à plâtre ; la blanche est située au-dessous de celle qui est feuilletée, comme je l'ai dit dans mon premier Mémoire sur la Minéralogie des environs de Paris : les cailloux sont dispersés dans l'intérieur de la pierre, ils ne se montrent guère extérieurement ; il faut apporter quelque adresse & quelque attention pour les en retirer entiers, ceux principalement qui sont dans la pierre blanche ; les pierres feuilletées se levant aisément par lames, on en sépare avec facilité les cailloux ; pour avoir ceux de la pierre blanche il faut

en quelque sorte la sculpter, c'est-à-dire, faire sauter à petits coups tout ce qui entoure ces cailloux, ou plus simplement la laisser à l'air pendant un certain temps, elle s'y dissout en quelque sorte, & les cailloux restent à nu *.

Leur couleur varie suivant la pierre où ils se forment; ceux des pierres feuilletées sont bleuâtres, les autres ont une couleur gris-jaunâtre, qui tient beaucoup de celle que la pierre prend dans l'eau-forte lorsque la dissolution de la matière qui est attaquant par cet acide, est finie; ce qui pourroit faire penser que la couleur de ces cailloux, & leur formation même, ne dépendent que de quelque acide, qui, pénétrant ces pierres, donne de la consistance & de la couleur à la partie dont il se charge, & qu'il réunit dans les crévasses qui peuvent se faire dans cette pierre: il n'est pas nécessaire que cet acide soit minéral, puisque l'acide du vinaigre attaque aussi, moins vivement il est vrai, cette pierre, & lui donne une couleur qui approche encore plus de celle qu'ont les cailloux.

L'action de ces acides sur la pierre feuilletée, paroît un peu différente de celle qu'ils ont sur la pierre blanche; la première semble être plus promptement & plus fortement attaquée par ces acides que la seconde; dans le vinaigre les bulles y sont beaucoup plus abondantes que dans l'eau-forte, & la pierre en jette plus long-temps; ce temps est cependant très-court, & la pierre ne perd pas la forme; de sorte qu'il paroît qu'elle contient très-peu de matière soluble.

Ceux qui ne voudroient pas admettre que ces acides se trouvent dans la terre, pourroient peut-être n'avoir recours, pour en expliquer la formation, qu'à l'eau commune: j'avoue que ces pierres se dissolvent à l'humidité de l'air & aux pluies; mais comme on a reconnu dans l'air une espèce d'acide, & qu'outre cela les pluies peuvent, en lavant les terres, se charger des

* C'est à ces deux moyens que je dois le grand nombre de ces cailloux que j'ai eus; ils ont été employés, ces moyens, par M. Ramon, dont j'ai parlé dans mon Mémoire sur les Poudingues; après avoir trouvé ces

cailloux, il se fit un plaisir & un amusement d'en faire une recherche particulière & de m'en fournir un grand nombre, qui sont plus variés les uns que les autres.

parties salines que les plantes y laissent; il me paroît qu'on peut avec beaucoup de vraisemblance avoir recours à l'un ou à l'autre de ces acides pour la formation de ces cailloux, d'autant plus que les expériences que M. Geoffroy, de cette Académie, a faites sur cette matière, portent à le croire.

Cela supposé, on fera peut-être cette question; laquelle des deux matières entre dans la composition des cailloux? est-ce simplement celle qui est dissoluble aux acides? est-ce l'autre, ou toutes les deux? la matière qui est attaquée par ces dissolvans, paroissant peu considérable en comparaison de la quantité de cailloux qui est répandue dans ces pierres, & ces pierres se dissolvant par les pluies, on peut dire que les deux substances; dont ces pierres sont composées, concourent à la formation des cailloux, & que l'acide n'y entre que pour leur donner la dureté. Au reste, la solution entière de cette difficulté ne peut dépendre que d'une suite d'expériences faites sur ces pierres, traitées avec les différens acides & avec l'eau commune; ces expériences seront nécessairement très-longues & très-déliées. Il n'y a donc que le temps qui puisse nous instruire sur ce point difficile à éclaircir; pour moi, je m'en tiendrai dans ce Mémoire à ces vues générales & à bien faire connoître ces cailloux.

On peut généralement les diviser de deux façons; si on les considère du côté de la couleur, on appellera les uns *cailloux bleuâtres*, les autres *cailloux gris-jaunâtres*; si on s'attache aux figures qu'ils peuvent avoir, il faudra les sous-diviser, 1.^o en cailloux qui forment des plaques simples frangées, ou en quelque sorte ramifiées; 2.^o en cailloux globulaires; 3.^o en cailloux articulés ou qui ont une forme de filique; 4.^o en cailloux antropomorphes, ou qui approchent, par la figure, de bustes humains, & zoomorphes lorsqu'ils ont la figure de quelque animal; 5.^o en cailloux irréguliers, ou de formes si variées, qu'on ne peut guère les comparer à quelque autre corps connu.

Chaque sorte de ces cailloux peut encore se sous-diviser; c'est ce que je me propose de faire en parlant de chacun d'eux.

Les cailloux qui sont en plaques, se forment dans les fentes perpendiculaires ou horizontales qui se font dans les pierres;

Cailloux qui
se forment de
plaques.

ces plaques sont plus ou moins grandes ; il y en a qui peuvent avoir un ou deux pieds, & même plus, en longueur & en largeur ; d'autres n'ont guère qu'un demi-pied dans ces deux dimensions, & quelquefois beaucoup moins : les premières n'ont souvent qu'une ligne ou deux d'épaisseur, les autres trois ou quatre ; celles-ci se forment ordinairement dans les fentes horizontales, les autres dans celles qui sont perpendiculaires.

Les parois de ces dernières fentes en sont souvent tapissées dans toute leur étendue, & alors les plaques sont uniformes, c'est-à-dire, qu'il ne pend point de leur côté inférieur des mamelons ni des espèces de branches ou ramifications, que l'on trouve à celles qui ont pris naissance dans les fentes dont les parois n'étoient qu'à demi ou en partie recouvertes.

Ceux
en plaques.

Planche 1,
fig. 1.

Id. fig. 2.

Dans cette dernière circonstance, on remarque plusieurs variétés de ces cailloux ; les uns n'ont, comme je viens de le dire, que des mamelons qui bordent leur côté inférieur ; ces mamelons n'y forment que des espèces d'apophyses qui s'étendent au-delà de ce bord : ils sont simples, séparés, coniques ou arrondis par leur pointe ; dans d'autres, ces mamelons sont ondulés, s'anastomosent les uns aux autres & forment des espèces de mailles à jour ; les plaques de ceux-ci n'ont souvent que quelques pouces de longueur sur quelques autres de largeur : la précédente, par exemple, n'a que trois pouces dans la première dimension & un pouce & demi dans la seconde. Il s'en trouve quelquefois d'autres qui sont, comme la suivante, beaucoup plus considérables ; elle est une des plus belles & des plus singulières que j'aie jamais vue.

Planche 11.

Elle est longue de onze pouces, & large de sept & demi ; elle peut se distinguer en deux parties : la première est proprement celle qui est plate, & forme une masse continue & pleine ; la seconde est due aux mamelons qui pendent de cette plaque : la première est recouverte d'une couche légère, & ondulée de la matière dont elle est elle-même composée ; la seconde n'est qu'un amas de mamelons plus ou moins allongés, de figures différentes & irrégulières, lesquels se touchent par quelques-uns de leurs côtés, s'anastomosent en quelque sorte,
&

& forment des mailles irrégulières; ces mailles sont à jour lorsqu'on les a dégagées de la pierre qui les remplit, & dans laquelle la masse totale s'est formée; les mamelons qui la composent sont beaucoup plus longs & plus gros que ceux de la pierre à maille décrite ci-dessus; les mamelons de celle-ci peuvent avoir trois ou quatre lignes de longueur, & une ou deux de grosseur; au lieu que ceux des pierres dont il s'agit, ont un demi-pouce, un pouce, & un pouce & demi de longueur, sur un peu plus ou un peu moins de largeur.

Lorsqu'il arrive par hasard que les quartiers de pierres qui sont remplies de ces cailloux, se fendent en deux portions dans toute leur longueur, que les cailloux se coupent en même temps par la moitié, ou qu'on scie exprès ces quartiers, il résulte de cette coupe des espèces de dessein feuillés, ou qui ressemblent assez à certains ouvrages de Serrurerie, qui sont ainsi découpés.

Planche III.
fig. 2.

C'est encore à des ouvrages de Serrurerie qu'on peut comparer des plaques sans mamelons, & qui sont parsemées de trous, de figures différentes; on diroit que ces plaques ont été ainsi percées pour servir d'ornement à des marteaux de portes, pour des serrures ou pour quelques autres machines semblables; ces plaques sont très-minces, elles n'ont guère qu'une ligne d'épaisseur, elles ne sont relevées d'aucuns mamelons, mais unies & très-planes.

Ibid. fig. 1.

Avant de faire connoître les autres espèces de ces cailloux, il sera bon sans doute de donner quelque explication de la manière dont ceux-ci peuvent s'être formés & avoir pris la figure qu'ils ont. Pour jeter quelque jour sur ces deux points intéressans de l'histoire de ces pierres, il suffit, à ce que je crois, de supposer que les quartiers de celles où ils prennent naissance, se fendent horizontalement, & qu'elles le fassent de façon que les parois de ces fentes ne soient pas unies, mais sillonnées & remplies de cavités qui répondent aux sillons; le fluide chargé de la matière pierreuse qui s'insinuera dans les fentes, coulera dans tous les sillons & dans les cavités qui pourront se trouver sur les parois des fentes.

Si les quartiers de pierre se sont fendus sans cavités & sans

fillons, mais uniformément, il ne se fera fait que des plaques simples & unies; s'il y a eu des fillons, mais que ces fillons aient eu de distance en distance des espèces de clous ou elevations qui les aient séparés dans leur longueur, ils auront occasionné des plaques à jour, & percées comme ces ouvrages de Serrurerie, auxquels je les ai comparées.

Planche III.
fig. 1.

En un mot, il me paroît que tout s'est passé dans cette occasion d'une manière semblable à celle qu'emploient les Fondeurs, lorsqu'ils moulent quelque ouvrage de Bijouterie ou de Serrurerie. On fait qu'avec une espèce de châlis de cuivre, de fer ou de quelque autre matière, ils forment avec du sable mouillé des carreaux sur lesquels on trace des fillons, & on creuse des cavités qui ont la figure des corps qu'on veut mouler au bout de ces fillons; ce qu'on fait en y imprimant les modèles de ces corps qu'on a travaillés d'avance; tous les fillons communiquent à un canal commun, qu'on trace dans le milieu du carreau, & qui aboutit à un de ses côtés; on applique ensuite deux de ces carreaux l'un sur l'autre, & l'on verse par le bout extérieur du canal le métal fondu qu'on veut mouler; ce métal se répand dans le canal, les fillons & les cavités, & prend la forme qu'on s'est proposé de lui donner: aucune manœuvre n'est, à ce que je pense, plus propre à donner l'idée de ce qui se passe dans la formation des cailloux dont il s'agit; en effet, rien n'a plus de rapport à de semblables morceaux moulés, que cette grande plaque, à un des côtés de laquelle pendent plusieurs gros mamelons de figures différentes, & qui s'anastomosent ensemble. Cette explication peut, à ce que je crois, s'appliquer aussi à la formation des autres cailloux, comme je le ferai voir lorsque je les aurai décrits.

Planche II.

Cailloux
globulaires.

Pl. I V,
fig. 1 — 7.
Il. d. fig. 1
& 2.

Fig. 3, 4, 5.
Fig. 6, 7.

Les plus simples de ces cailloux sont ceux qui sont globulaires; les uns sont presque parfaitement ronds, les autres plus ou moins oblongs; on pourroit, avec autant de raison, comparer les premiers à des bales de mousquet ou à des pois, les seconds à des noix muscades, & les troisièmes à des fèves ou à des amandes, que tant d'autres pierres qu'on a regardées dans des temps où l'Histoire naturelle n'étoit pas aussi éclairée qu'elle

l'est maintenant, comme étant quelques-uns de ces corps qui s'étoient pétrifiés: l'on n'auroit probablement pas manqué de dire alors que les pierres des figures 1 & 2 de la quatrième planche, étoient un pois commun & un pois chiche; que celles des figures 3, 4 & 5, étoient des noix muscades dans différens états; & que celle de la figure 5, étoit encore recouverte de cette enveloppe qu'on appelle *macis*; enfin que celles des figures 6 & 7, étoient des amandes, & que celle de la figure 7, avoit perdu un peu de la pellicule qui la recouvre dans son état naturel.

Que n'auroit pas encore probablement fait l'imagination par rapport aux autres pierres représentées dans la même planche? celle de la figure 8 auroit pu être la pétrification d'une espèce de champignon appelé *phallus*; il auroit été pétrifié dans le temps où il commence à pousser & à déchirer l'enveloppe qui renferme la tige avant qu'elle se soit élevée hors de terre: en effet, rien ne ressemble tant à ce champignon, lorsqu'il est dans cet état, que cette pierre; la couche qui la recouvre extérieurement, & seulement en partie, représente très-bien l'enveloppe du champignon lorsqu'elle est à moitié déchirée, & rien n'approche plus de la tête du champignon que la boule ainsi recouverte.

Planche IV,
fig. 8.

Lorsque ces cailloux ne sont pas aussi simples que ceux-ci, mais qu'ils sont composés de deux ou trois boules réunies; ils approchent, par leur figure, de quelques autres fruits: ils auroient par conséquent pu être, pour ceux qui aimoient ces ressemblances, des fruits de fusain ou de bonnet de prêtre, des fruits de *dioscorea*, de *tabernæmontana*, ou de quelque autre semblable fruit d'Europe ou d'Amérique, selon que ces amateurs auroient été plus ou moins savans dans la Botanique ou qu'ils auroient cherché à trouver dans les fossiles de l'Europe les fruits pétrifiés des pays étrangers.

Ibid. fig. 9,
12.

Il en auroit été ainsi de ceux qui ont dans leur longueur une ou plusieurs sinuosités; ceux qui n'en souffrent qu'une, auroient été des silicules; ceux qui ont plusieurs étranglemens, des siliques; peut-être aussi auroient-ils été d'autres fruits: que

Planche IV
fig. 13—18

Pl. V, fig. 1, ne peut pas une imagination frappée de ces ressemblances? Le caillou de la *planche IV*, *figure 16*, auroit peut-être plutôt été une espèce de gland ou un clou de girofle; comme il est recouvert d'une couche qui laisse à nu une partie de son intérieur, cette partie découverte auroit peut-être été le gland, & la couche la cupule ou calice, ou bien ç'auroit été le bouton de la fleur du girofle qui auroit commencé à se développer: le caillou de la *figure 17* auroit été le fruit du *borbonia*; celui de la *figure 18*, une petite gourde naissante ou quelqu'autre fruit semblable. Enfin, il y a tout lieu de croire que l'imagination n'auroit pas été trouvée en défaut; on en peut juger par ce qu'elle a occasionné en ce genre.

Ibid. fig. 2, Elle ne l'auroit pas plus été pour trouver des filiques auxquelles on auroit comparé les cailloux qui ont plusieurs étranglemens; les *acacia*, les pois, les sèves en auroient fourni aisément, ou quelqu'autre plante de la classe des vraies ou des fausses papilionacées.

Ibid. fig. 4. Les cailloux qui, comme celui de la *figure 4 de la planche V*, sont hérissés de plusieurs mamelons, qui ne sortent qu'en partie de dessous une légère couche qui recouvre la masse du caillou, auroient pu être quelques fruits de macre ou châtaigne d'eau, ou de quelque tête de chardon du genre des chaufîes-trapes.

Ces idées, auxquelles les anciens Naturalistes se laissoient aisément aller, ne sont pas tellement effacées qu'on ne pût encore très-bien de nos jours les faire revivre; ceux du moins qui pensent que les différentes figures que les cailloux prennent ne sont dûes qu'à celles qu'ils ont prises dans l'intérieur ou sur la surface des corps déposés par la mer dans la terre, ces Naturalistes, dis-je, me paroissent bien près d'embrasser les idées des Anciens.

En effet, si l'immense variété des figures que nous remarquons dans les cailloux ne dépend que du noyau sur lequel ils se sont formés, ou que d'un corps étranger à la terre qui leur a servi de moule, il me paroît qu'il faudroit avoir recours à des fruits pour rendre raison des figures qu'ont les cailloux dont je viens de parler.

Il faut avouer qu'il y a des cailloux d'une figure fort irrégulière, qui sont en quelque sorte branchus, qui ne doivent cette figure qu'à celle des corps sur lesquels ils se sont formés & qu'ils ont incrustés. J'ai trouvé de ces cailloux dans une montagne au-dessus de laquelle est placé le village de Fains près Pailly en Normandie; cette montagne, qui n'est presque qu'un amas de marne dont toute la masse est traversée de lits de pierres à fusil, posés horizontalement & alternativement avec des bancs de cette marne, a été coupée sur sa pente pour adoucir le grand chemin de Paris à Evreux: on a, par ce travail, mis à découvert un grand nombre des lits de cette montagne, & on en a tiré une quantité prodigieuse de cailloux qui ont servi à former la chaussée en cailloutis de ce chemin. On trouve parmi ces cailloux des masses de toutes sortes de figures plus irrégulières les unes que les autres; communément ces cailloux sont entièrement pleins, ou n'ont que quelques cavités dispersées dans leur masse; il s'en rencontre quelques autres dont les branches sont creusées & renferment des ramifications de madrépores branchus: les branches des cailloux ont pris la figure des branches du madrépore, c'est-à-dire, qu'elles sont dans l'ordre qu'avoient celles du madrépore. En un mot, la figure du caillou dépend de celle du madrépore sur lequel il s'est moulé en l'incrassant.

Rien ne peut être plus favorable à l'idée que j'examine, que ces sortes de cailloux; malgré cela, conclura-t-on d'un fait particulier, que tous les cailloux qui ont une figure semblable, ne l'ont que parce qu'ils se sont ainsi formés sur des madrépores: cette conclusion ne me paroîtroit pas être tirée suivant les règles d'une saine Logique; je sens bien qu'on pourroit dire que la raison pour laquelle on ne rencontre point de vestiges de madrépores dans les cailloux dont les branches sont pleines, c'est parce que ces madrépores ont été tellement changés en cailloux & incorporés à la masse de ces pierres, qu'il est impossible d'en rien distinguer; j'avouerais qu'à la rigueur ce fait peut arriver, & qu'il arrive même quelquefois; mais comme il est plus rare de rencontrer des madrépores dans les branches des cailloux,

qu'il ne l'est de les trouver pleins de façon à n'y rien apercevoir qui puisse donner quelques indices de ces corps marins, je ne puis croire qu'on doive attribuer la figure des premiers à celle des seconds.

Les environs de l'Aigle en Normandie sont remplis de cailloux de pierres à fusil, qui sont parsemées dans leur intérieur d'une quantité de branches de madrépores de différentes espèces si petites, qu'il faut se servir de la loupe pour les bien distinguer; dira-t-on que parce que ces cailloux contiennent de ces corps, qu'ils doivent leurs figures, qui sont très-irrégulières, à des madrépores si petits & qui sont de différentes espèces? les uns jettent une ou deux branches, les autres paroissent être des portions de celui qu'on appelle la *manchette de Neptune*.

Il est donc plus naturel de dire que la matière qui a formé les cailloux, a entouré ces madrépores, se les est incorporés, & les a rendus *flex* eux-mêmes en les pénétrant. Ce qui me porte à embrasser d'autant plus volontiers ce sentiment, c'est que l'écorce de ces cailloux est également parsemée des mêmes madrépores, & que par conséquent il n'est arrivé à ceux de l'intérieur du caillou, que ce qu'ont souffert ceux de l'extérieur, c'est-à-dire qu'ils en ont été incrustés ou pénétrés.

Il seroit, je crois, assez inutile de repliquer que le corps du caillou représente la masse totale que ces madrépores pouvoient avoir, & que les petites parties qu'on en aperçoit encore sont celles qui n'ont pas été entièrement dénaturées. Je répondrois, si on faisoit cette nouvelle objection, que l'on remarque différentes espèces de ces madrépores dans le corps & sur l'écorce de ces cailloux, comme je viens de le dire, & que par conséquent ces cailloux devoient en avoir une encore plus variée que celle qu'on y remarque.

Je dirai de plus qu'on rencontre encore dans les environs de l'Aigle beaucoup de cailloux ronds ou oblongs, creux en dedans, qui sont remplis de marne lardée de semblables petits madrépores qui sont devenus *flex*. Dira-t-on que la figure ronde de ces cailloux dépend de semblables madrépores. En un mot, le canton de l'Aigle est rempli de masses si confi-

dérables de cette espèce de pierres, qu'on peut les regarder comme des roches : dira-t-on que ces pierres ne sont que des masses de madrépores métamorphosées en pierre à fusil.

Il est vrai qu'on a découvert des rochers de pierres calcaires qui ne paroissent être que des madrépores ; j'en ai vu de semblables sur le chemin de Mellereau à Mortagne au Perche ; mais il est ordinaire de trouver au moins des vestiges considérables de ces madrépores dans ces rochers, au lieu que ceux qui sont de *filix* sont pleins & d'une même substance ; on y rencontre au plus différens noyaux de coquilles, comme peuvent être des éclinites, des poulettes lissés, simples ou ondées à leur base, des menues coquilles qui sont striées longitudinalement, des huîtres à bec recourbé de côté, des peignes & autres coquilles semblables.

Les preuves qu'on pourroit tirer des figures marines, des fongites & des autres corps dont j'ai parlé dans un Mémoire inséré parmi ceux de l'Académie pour l'année 1751, me paroîtroient aussi peu convaincantes ; quoique la plupart de ces fossiles soient devenus *filix*, ou qu'ils aient conservé la figure qu'ils avoient avant ce changement, il ne s'ensuit cependant pas que tous les autres cailloux de pierre à fusil, qui pourroient approcher de ceux-ci par la figure, ne dussent la leur qu'à de semblables corps marins.

Il faut donc conclure de toutes ces observations, qu'il y a réellement des *filix* dont la figure dépend de celle des corps sur lesquels ils se modèlent, ou dans lesquels ils se moulent ; mais qu'il y en a beaucoup d'autres qui ne doivent celles qu'ils ont, qu'aux figures des cavités dans lesquelles la matière dont ils sont composés, s'est accumulée en pénétrant tous les contours & les sinuosités que ces cavités pouvoient avoir.

Il en est de ces *filix* comme des pierres de la nature du grès, dont j'ai expliqué la formation dans un Mémoire imprimé dans le volume de l'Académie pour l'année 1754 : ces cailloux se forment presque sous les yeux, & l'on s'assure aisément que leur figure ronde, oblongue, quarrée ou irrégulière, n'est dûe qu'à l'une ou l'autre figure qu'avoient les cavités où ces pierres ont pris naissance.

- On ne pourra, à ce que je m'imagine, refuser une sensible cause à la formation des cailloux des environs de Paris, dont il me reste à parler. Ils sont de ceux auxquels j'ai dit qu'on pouvoit donner le nom d'antropomorphites & de cailloux irréguliers; les premiers sont des espèces de petits bustes variés pour la figure & les ornemens, c'est-à-dire que les uns ne sont point recouverts d'une lame ou couche de la même matière que celle dont ils sont faits, tandis que d'autres sont plus ou moins entourés de cette couche; elle forme dans les uns une espèce de colet qui entoure le cou, passé par-dessus les épaules, revient sur la poitrine, & laisse ainsi un passage à une espèce de moignon de bras; dans d'autres cette couche ne forme qu'une espèce de scapulaire qui entoure le cou, passé sur le dos, où il s'étend & se relève en devant sur la poitrine.
- Ibid.* fig. 1, 2, 3 & 4. La tête est nue dans ces bustes, elle est recouverte dans une infinité d'autres, elle leur forme une espèce de casque ou de capuchon, ce capuchon est plus ou moins ouvert par-devant, quelquefois il a une petite ouverture par-dernière, ces ouvertures sont rondes ou oblongues, & la tête qui passe par l'ouverture de devant est plus ou moins allongée; cette différence donne à ces petits bustes de pierres, la figure de bustes humains ou de singes, plus ou moins bien configurés; on diroit que ce seroit autant de petites pagodes de la Chine grossièrement sculptées.
- Ibid.* fig. 1. On en prendroit quelques-uns pour ces espèces de lampes antiques qui représentent une Divinité payenne, dont un pied serroit de bec à la lampe; on en prendroit d'autres pour les bustes de quelques singes représentés assis & dans différentes attitudes de cette position.
- Ibid.* fig. 2, 7. Ces différences viennent principalement de celle de la tête; si cette partie est ronde ou oblongue, elle approche de la tête humaine; si elle est allongée en devant, & qu'elle représente plutôt un museau qu'une face humaine, cela tient plutôt de ces espèces de singes, appelés singes cynocéphales, ou à tête de chien.
- Pl. VI, fig. 1.
- Pl. VII, fig. 2.
- Pl. VI, fig. 1.

Si ces têtes sont nues ou recouvertes , les bustes ressemblent à des bustes humains ordinaires , ou à ceux de quelques Moines ou de quelques Guerriers , portant un capuchon ou un casque ; ces couvertures de tête ont quelquefois par-derrière une portion de mamelons tronqués , dont on voit les différentes couches qui forment autant de cercles concentriques ; cet accident fait ressembler ces derniers bustes à certains ornemens de tête que les femmes portoient anciennement & qu'elles portent encore dans quelques cantons , nommément dans le pays de Caux ; cet ornement n'est pas toujours circulaire comme dans ces bustes , il est quelquefois seulement demi-circulaire & forme une espèce de toquet sur le haut du derrière de la tête , dans d'autres il est porté sur le sommet , & l'on prendroit alors ces sortes de bustes pour des pagodes chinoises , couvertes d'une couronne ou d'une barette ou chapeau propre à ce pays. On prendroit d'autant plus aisément ces cailloux pour de semblables pagodes , que le cou est entouré d'une espèce de bande qui pend jusque sur la poitrine , que le buste est irrégulier & parsemé de mamelons qui traversent une couche légère qui est répandue sur tout le buste , & qui pourroit être regardée comme un habillement singulier & digne de l'imagination chinoise.

Enfin je m'arrête ici & suspends la description de ces sortes de cailloux , que j'aurois pu pousser beaucoup plus loin , ayant fait une collection considérable de ces pierres , qui sont plus variées les unes que les autres , & je demande à quels corps marins ou terrestres on pourroit rapporter ces cailloux , sur lesquels ils se seroient formés ou dans lesquels ils pourroient s'être moulés ? y a-t-il quelques corps terrestres ou marins connus qui aient le moindre rapport , par la figure , avec quelques-uns de ceux-ci ? n'est-il pas plus simple de dire que cette figure ne dépend que de celle qu'ont eues les cavités dans lesquelles s'est déposée la matière dont ils sont composés.

On peut même tirer une preuve favorable à cette idée , de l'explication facile qu'on peut donner des espèces d'ornemens dont ces bustes paroissent décorés ; ces ornemens , qui sont formés par une couche de la nature des cailloux mêmes , ne sont

qu'une addition qui s'est faite à ces cailloux après leur formation & qui n'a pas été assez abondante pour les recouvrir entièrement: c'est à une semblable cause qu'on doit attribuer les anneaux dont les cailloux en filiques sont ceints à toutes ou à plusieurs de leurs articulations; c'est encore à elle qu'est due la ressemblance de ces cailloux en forme de noix ou de muscades, recouverte en partie de *maïs* ou d'amandes qui ont perdu un peu de leur peau. En un mot, on rendra raison, au moyen de cette explication, de toutes les variétés qu'on peut rencontrer dans ces sortes de pierres, ce qu'il ne seroit pas trop facile de faire en admettant l'opinion que je combats.

Planche V,
fig. 7.

Id. fig. 8.

A quoi rapporteroit-on encore, en embrassant cette opinion, ces cailloux qui ont la forme d'une jambe ou de quelque animal de la classe des quadrupèdes? pourroit-on, avec quelque raison, les rapporter aux corps auxquels ils ont quelque ressemblance? rien ne seroit plus ridicule. Il faut donc avoir recours à des moules creusés accidentellement dans les pierres où ces cailloux se forment; ils peuvent ainsi varier à l'infini, de même que les moules.

Cette variété des moules, quoique déjà prouvée par celle des différens cailloux dont j'ai parlé, le seroit encore beaucoup plus si je m'attachois à décrire un grand nombre des cailloux irréguliers que j'ai ramassés; l'énumération que je pourrois en faire seroit immense, elle seroit plutôt impossible, n'y ayant guère deux de ces pierres qui soient pareilles: ces cailloux se ressemblent cependant par une propriété générale, savoir qu'ils sont tous des masses plus ou moins hérissées de mamelons, de lignes arrondies ou coniques, à peu près comme dans le

Pl. VI, fig. 4.

quatrième caillou de la planche VI; celui-ci même est un des moins irréguliers, plus d'un amateur des pierres figurées y verroit un bal'e couvert d'un poupoint ou casaque à colet.

Tous ces cailloux figurés se rencontrent ordinairement isolés dans la masse des pierres où ils se forment, quelque fois cependant on en trouve qui sont réunis sur une plaque semblable à celles dont j'ai parlé au commencement de ce Mémoire. J'en

ai fait représenter un groupe de cette espèce à la figure 3 de la première planche; ce morceau, si on n'étoit point averti qu'il est pierreux, seroit facilement pris pour un bout de ces cadres sculptés dont on entoure les trumeaux de cheminées ou les portraits; on y voit une espèce de figure torsée, celle d'un animal couché sur le ventre & celle d'un autre vu en perspective.

Planche I,
fig. 3.

Ces cailloux, à l'exception de deux, ont encore cette propriété commune de se former dans la pierre blanche qui est au-dessous de celle qui est feuilletée: les cailloux de celle-ci, quoique fort variés dans leur forme, le sont cependant beaucoup moins que les premiers, je n'y en ai point vu d'antropomorphites; ils sont communément irréguliers; je n'y ai point non plus trouvé de ceux qui sont en plaques; quelquefois ils sont plus légers & plus gris que les autres, d'autres fois ils sont aussi lourds, & ils ont alors à l'extérieur un coup-d'œil bleuâtre, & dans l'intérieur une couleur grise assez foncée. Ils prennent un poli d'agate assez beau & au-dessus de celui qu'on peut donner aux premiers.

Ils ressemblent beaucoup à de pareils cailloux qu'on conserve dans plusieurs Cabinets, & qu'on dit venir de la Chine; ils n'en diffèrent qu'en ce qu'ils n'ont pas extérieurement le brillant qu'on remarque dans ceux de la Chine: quant à la figure & à l'irrégularité, elles n'y sont différentes qu'accidentellement, on peut par conséquent regarder les uns & les autres comme des pierres de la même espèce.

Ils sont d'une même pâte & d'une nature semblable; de sorte qu'on peut dire, sans beaucoup craindre de se tromper, que les cailloux de la Chine croissent dans des pierres feuilletées semblables à celles des environs de Paris; je n'oserois cependant assurer qu'ils ne pussent absolument se former dans une pierre blanche semblable à celle de nos plâtrières; je veux dire seulement qu'ils sont plus analogues à ceux des pierres feuilletées. Au reste, ceux des pierres blanches & des pierres feuilletées ne diffèrent pas essentiellement; ils me paroissent être d'une pâte semblable, elle ne diffère guère que par la

couleur ; ceux des pierres blanches sont d'un gris jaunâtre ou blanchâtre, ceux des pierres feuilletées sont d'un gris un peu foncé, & entre ceux-ci, ceux qui se forment dans les pierres feuilletées, qui sont d'un gris plus foncé qu'à l'ordinaire, tiennent eux-mêmes de cette couleur & sont ordinairement bleuâtres à l'extérieur : ceux de la Chine sont, comme je l'ai dit, plus brillans, & de plus ils sont souvent plutôt bruns que bleuâtres.

De quelque couleur & de quelque figure que ces cailloux soient, ils résistent tous à l'action de l'eau-forte, excepté cependant celui que j'ai comparé au *phallus* & à l'antropomorphite de la dernière planche : ces deux, que je n'ai pas vus en place, pourroient se former dans quelque terre ou pierre marneuse. L'antropomorphite a dans sa substance des parties de coquilles détruites, & il y en a une assez considérable attachée à la partie antérieure de la tête ; ce n'est peut-être au reste qu'à ces parties de coquilles qu'est due la courte ébullition que les éclats de cette pierre excitent dans l'eau-forte ; cette ébullition cesse promptement & les éclats restent sans se déformer. Il paroît donc, malgré cette différence, que ces cailloux sont de l'espèce des autres, quand ils croîtroient dans une pierre qui ne seroit pas de la même nature que celles où l'on trouve les premiers ; la légèreté dont ils sont, en comparaison de ceux-ci, ne doit pas non plus les en cloigner ; leurs parties ne sont pas apparemment aussi-bien & aussi intimément liées que celles des autres, ces cailloux ne sont pas murs, comme le disent des pierres ordinaires, les ouvriers qui les exploitent ou les mettent en œuvre ; aussi ne sont-ils pas feu frappés par le briquet ; les autres en donnent, plus difficilement cependant que les pierres à fusil. Les premiers approchent beaucoup, par le grain, de cette espèce de pierre, connue ici sous le nom de *cos d'indrisère*, qui se trouve dans plusieurs endroits de la France, & notamment dans les environs de Paris, mais comme il y a des morceaux de ces *cos* qui sont beaucoup plus durs les uns que les autres, il est probable que la différence en dureté ne vient que de ce que ces pierres sont à différens points de maturité.

Ce que j'ai observé sur cette espèce de pierre m'a paru assez singulier pour trouver place ici , & je le fais d'autant plus volontiers , que ce *cos* ne me paroît pas d'une nature bien différente de celle des cailloux dont il s'agit dans ce Mémoire.

L'endroit où j'ai fait ces observations , est un des bords de la Seine , il s'étend depuis le village de Saint-Ouen jusques assez près de Saint-Denys , ou plutôt jusque vis-à-vis l'île qui porte le même nom ; le bas des berges de cet endroit est de pierre blanche ou de la pierre de taille ordinaire des environs de Paris ; cette pierre est précédée par des lits de terres marneuses , blanchâtres ou grises ; des bandes de *cos* coupent les lits de ces terres ; la couleur de ce *cos* varie de même que sa dureté , il y en a de plus ou moins durs , & de plus ou moins blancs ou bruns ; leur dureté est quelquefois telle , qu'elle approche de celle de la pierre à fusil , les morceaux qui ont acquis cette dureté , ont assez souvent alors un brillant naturel bien au-dessus de celui qu'a la pierre à fusil lorsqu'elle n'est pas taillée ; on diroit que ces morceaux de *cos* auroient été vitrifiés , plusieurs ont même un ou deux de leurs côtés d'un blanc laiteux , semblable à celui que les pierres à fusil prennent au feu.

On en trouve des morceaux qui sont *cos* ordinaire dans une partie , *cos* dur , brillant & luisant dans une autre , & dans d'autres , pierre à fusil semblable à la commune ; il s'en rencontre encore qui sont très-legers , quoiqu'à la vérité ils aient une couche mince de *cos* luisant ; ces morceaux commencent apparemment à se durcir ; la légèreté de ceux-ci a de quoi surprendre , si on les compare aux autres morceaux qui sont très-lourds proportionnellement à leur masse ; pour tout dire en un mot , on trouve de ces pierres depuis l'état de mollesse jusqu'à celui d'une très-grande dureté ; on peut donc dire qu'elles ne sont probablement que des portions des terres où elles se forment , qui ont été rendues cailloux par quelque acide.

Comme la Seine dans ses crûes dégrade ses bords , elle

arrache les cailloux des endroits où ils croissent , ce qui fait qu'on en trouve facilement sur la grève ; les bancs de ces pierres me paroissent devoir être d'une étendue horizontale assez considérable , à en juger du moins par une observation que j'ai encore faite dans ce canton ; lorsque j'allai le visiter , on creusoit un puits le long du grand chemin de Saint-Denys à Versailles , & qui passe vis-à-vis de Saint-Ouen ; ce puits est précisément au bout de l'allée qui conduit au château qui appartenoit à feu M. le Duc de Gesvres ; il peut avoir cinquante pieds de profondeur ; en l'ouvrant on trouva d'abord du sable jaunâtre & des terres blanches marneuses , qui pouvoient en tout former une hauteur de quinze à vingt pieds ; ces bancs étoient suivis d'autres qui étoient coupés par de petits lits de *cos* , qui approchoient plus ou moins de la dureté de la pierre à fusil ; au dessous de ces bancs on en perça qui étoient de pierre de taille propre à bâtir ; la hauteur totale étoit de vingt-cinq à trente pieds. J'ai rencontré parmi les *cos* de ce puits un morceau de même nature , dont une surface jetoit l'éclat de l'opale ; observation qui sembleroit venir à l'appui du sentiment de ceux qui pensent que l'opale n'est qu'une pierre à fusil tendre.

Après du puits on creusoit les fondemens d'une petite maison ; on les avoit ouverts dans un lit de sable jaunâtre ; on y trouvoit quelquefois des boules verdâtres , qui avoient des commencemens de cristallisation ; elles ressembloient beaucoup à une espèce de pierre des glacières des environs d'Étampes , à laquelle les ouvriers ont donné le nom de *salicre* ; outre ces boules on trouvoit encore des corps de même nature qui étoient alongés ou cylindriques , & des plaques semblables qui pouvoient avoir un pied & plus en largeur & en longueur , & dont les cassures étoient brillantes.

Il paroît donc par ces observations que les bancs qu'on a ouverts en creusant le puits & les fondemens de la maison , ont du rapport & peut-être de la continuité avec ceux qui forment le bord de la Seine dans ce canton : je le pense d'autant plus volontiers que le sol du terrain qui est au-dessus de ce bord , est assez sablonneux.

On découvre du *cos*, comme je l'ai dit plus haut, dans beaucoup d'endroits des environs de Paris: j'en ai vu dans les carrières qui sont sur la gauche d'Illi, & qui portent le nom de carrières de Montargis, à cause d'un château qui en est peu éloigné, dans celles de Venvres, de Meudon & dans quelques autres, & il m'a paru que les bancs de cette pierre y gardoient à peu près le même ordre que dans les bords de la Seine, & dans le puits qui est près de Saint-Ouen.

De quelqu'endroit au reste que ce *cos* soit tiré, il ne varie guère que par la couleur, qui elle-même ne souffre pas beaucoup de variété; communément il est d'un jaunâtre clair; on en voit de laiteux, de bleuâtre & souvent d'un brun plus ou moins foncé, quelquefois il a extérieurement une teinte très-légère d'un gris-de-lin très-pâle, & il est assez blanc intérieurement.

L'action de l'eau-forte sur celles de ces pierres qui sont près Saint Ouen, n'est pas considérable, elle est même nulle sur celles qui sont devenues pierre à fusil; plus elles sont tendres & légères, & plus elles jettent de bulles dans cet acide; mais ces bulles cessent au bout d'une minute ou deux, lors même qu'elles sont le plus abondantes, & l'éclat qu'on a jeté dans l'acide, reste sans se déformer, quelque temps qu'on l'y laisse après la cessation de ces bulles; ceux de ces cailloux qui sont mi-partie pierre à fusil & mi-partie légers & tendres, donnent quelques bulles dans cette partie, & n'en jettent aucune de celle qui est pierre à fusil. Enfin il paroît que ceux qui annoncent quelque dissolution, ont encore une certaine quantité des parties de la matière calcinable qui entre dans leur composition, & qui n'a pas été convertie en *flex*: ils sont dans le cas des deux pierres figurées que j'ai comparées, l'une au champignon appelé *phallus*, & l'autre à un buste humain. Ces deux pierres ont aussi été trouvées sur les bords de la Seine près Saint-Ouen.

On observe un peu plus de variété dans les *cos* des autres carrières des environs de Paris, par rapport à l'action du même acide sur eux; cette variété devient encore plus grande, si on

compare ces *cos* avec plusieurs autres de différens endroits de la France d'où j'ai pu en avoir : les uns s'y dissolvent entièrement, d'autres n'en sont attaqués que foiblement, d'autres enfin y restent dans leur entier. De toutes ces dissolences j'ai formé la table qui est à la fin de ce Mémoire, où l'on pourra aisément les comparer d'un coup d'œil.

On y remarquera que ceux sur lesquels l'eau forte n'agit pas, sont ceux qui y sont dits ressembler à la pierre à fusil ; ils en ont en effet la dureté & n'ont pas les couleurs qu'elle prend ; ils donnent du feu lorsqu'on les rince avec le briquet ; cependant il y en a quelques-uns qui jettent des bulles qu'on pourroit croire être une marque d'une dissolution ; mais ces bulles sont si petites, si rares, & elles cessent si promptement, que si elles sont le résultat d'une dissolution de parties de ces pierres, il faut que ces parties soient en une bien petite quantité ; je croirois plutôt qu'elles ne sont dûes qu'à quelques parties répandues sur la surface de la pierre ou dans ses pores, d'où elles sont chassées par l'imbibition de l'eau-forte ; il peut très-bien se faire que malgré le tissu serré de ces pierres, elles aient quelques pores ou quelques interstices ou lames qui permettent à l'eau-forte de s'y introduire & d'en chasser l'air qui y est niché ; il n'est pas impossible aussi que ces bulles ne soient dûes qu'à l'air qui adhère à la surface extérieure de ces corps ; il y en a où l'air adhère plus fortement qu'à d'autres, & dont par conséquent il ne peut probablement être détaché que par une action aussi vive que l'est celle de l'eau-forte ; enfin, comme ces *cos* devenus *filix* sont vraisemblablement composés en grande partie de matière calcaire, il peut s'y être conservé quelques petites parties de cette matière sans avoir été changées, & être conséquemment attaquables par l'eau-forte.

Au reste, quels que soient ces *cos*, ceux sur-tout qui sont calcaires, ils me paroissent très-propres à faire des pierres à rasoïr, aussi bonnes que celles qu'on nous apporte d'Allemagne : ces pierres ont un grain aussi fin que celui des pierres à rasoïr d'Allemagne ; elles sont aussi douces, & elles ont une consistance égale : une de celles-ci qui me paroît y être la plus propre,

propre , est celle de Châteaunoux ; les morceaux qu'on a de cette pierre sont souvent considérables , ils pourroient très-facilement prendre la forme qu'on voudroit leur donner ; il seroit aussi , à ce que je crois , facile de tailler ainsi le *cos* du Caverneau , celui des environs de Paris que les Carrier appellent *ban de cuivre* ; en un mot , les banes que les *cos* forment dans les montagnes , sont ordinairement assez considérables pour fournir des masses capables , par leur grandeur , de prendre la forme qu'on voudra leur donner par la taille ; ce n'est donc pas faute d'avoir en France des pierres de la nature des pierres à savoir d'Allemagne , que nous avons recours à celles-ci ; mais le préjugé favorable qu'on conserve pour elles , n'est dû qu'au long usage qu'on en a fait & à l'habitude où l'on est de s'en servir , ce qui forme toujours un obstacle presque invincible à l'introduction d'une nouvelle matière dans quelque genre que ce soit.

L'usage des *cos* , qui se trouvent en France , ne devoit pas cependant , à ce qu'il me paroît , souffrir de difficulté , puisqu'ils ont toutes les propriétés de ceux d'Allemagne , de ceux du moins qui sont calcaires , car je n'entends point parler ici de plusieurs autres pierres qui portent le nom de *cos* ou de pierre à polir & à aiguiser : ces pierres sont d'un genre bien différent de celui du *cos* en question ; les unes sont à la vérité des pierres à chaux , mais très différentes de celles-ci , d'autres sont des espèces de grès , d'autres des schistes ou des ardoises ; ce que je pourrai faire voir en détail dans une autre occasion , pour ne pas surcharger ce Mémoire.

Je reviens au principal objet que je m'étois proposé d'y traiter , je veux dire aux cailloux figurés qui se trouvent dans les plâtrières ; mon but est de faire sentir combien il seroit facile de multiplier ces sortes de dénominations , si on vouloit en donner une à chaque variété de ces pierres , quand on ne s'attacheroit même à en imposer qu'à celles dont la figure est la plus frappante ; & combien il seroit facile de faire croire à la postérité que nos connoissances en ce genre sont beaucoup plus étendues qu'elles ne sont , s'il est vrai que la multiplicité

des noms est la preuve la plus grande qu'on puisse donner des connoissances qu'une Nation peut avoir dans quelque science ; en effet , si j'eusse voulu m'amuser à en faire pour toutes les pierres de l'espèce dont il s'agit , j'aurois pu en forger des milliers plus singuliers les uns que les autres , & j'aurois porté ce nombre bien au-delà de celui que nous trouvons dans les Anciens & sur-tout dans Pline , qui à la fin de son Histoire naturelle , emploie des chapitres entiers à rapporter des noms de pierres sans les spécifier par quelques propriétés qui pussent nous les faire reconnoître , défaut qui jettera toujours les Commentateurs de cet Ouvrage dans un embarras dont ils ne pourront jamais se tirer.

Quelles idées en effet peut rappeler un nom qui ne caractérise point un objet , & qui n'est dû qu'au hasard ou au caprice de celui qui l'a fait ? & à quoi sert une multiplicité de noms semblables , qu'on a introduits dans l'Histoire naturelle , & qu'on tâche tous les jours d'augmenter de façon qu'ils deviendront infinis , & qu'il faudra à un Naturaliste une mémoire plus étonnante que toutes celles qui ont été célébrées par les Historiens : il en fera de l'Histoire naturelle comme de la Langue chinoise , peu de personnes pourront y être initiées , on sera parvenu à la fin de la vie avant qu'on ait pu se fourer dans la tête la centième partie des noms qu'elle emploiera ; & quand un Naturaliste seroit assez heureusement favorisé de la Nature pour pouvoir les apprendre tous , qu'en résultera-t-il pour les connoissances , s'il ne fait pas ranger méthodiquement ces noms ? ne sera-t-il pas toujours obligé d'avoir recours à une espèce de système pour pouvoir se les rappeler dans le temps qu'il en aura besoin ? quel profit retirera-t-il donc de ses études ? il aura la mémoire surchargée de noms plus difficiles à retenir les uns que les autres , & de plus d'un système sans liaison , & conséquemment peu propre à en faire ressouvenir ; car quel rapport peuvent avoir entre eux des noms qui n'en ont pas avec les choses qu'ils désignent ? Rien n'est donc si ridicule , selon moi , que cette énorme nomenclature que les Naturalistes s'efforcent d'augmenter : qu'on donne un nom particulier aux

choses qui s'emploient journellement pour nos besoins, à la bonne heure; mais qu'on veuille nommer d'une façon particulière la plus petite moule, le plus petit cirou, la pierre la plus commune si elle a quelque singularité, rien à mon avis, je le répète, n'est plus ridicule: nous connoissons au moins dix mille plantes, nous connoissons peut-être au moins autant d'animaux, car il ne faut pas restreindre le nom d'animal aux seuls quadrupèdes; les pierres qui ont quelque singularité sont encore bien plus multipliées, les environs seuls de Paris en fourniroient un nombre immense; quand on voudra caractériser toutes les formes de cailloux qu'on peut y trouver, quelle multiplicité de noms n'aura-t-on pas? en seroit-on plus savant quand on sauroit les noms qu'il seroit facile d'imposer à toutes les pierres à fusil, à toutes les agates, à tous les quartz qui peuvent varier par quelque accident? ne fust-il pas de savoir en général reconnoître ces pierres par leurs caractères constans, & de ne pas ignorer qu'elles varient à l'infini par leurs accidens? voilà, à ce que je crois, à quoi doit se réduire la connoissance de l'Histoire naturelle, autrement elle seroit impraticable; ce seroit un champ rempli de ronces & d'épines, dont on ne pourroit sortir; immense par elle-même, ne cherchons pas à étendre cette immensité par un surcroît de peines & de travail, qui ne nous rendroient ni plus savans ni plus éclairés; avec vingt-quatre lettres nous avançons plus vite dans les Sciences, que les Chinois avec tous leurs caractères représentatifs; un Naturaliste, aidé d'un ordre systématique, marchera à plus grands pas dans l'Histoire naturelle, que le Nomenclateur le plus ferré, doné de la mémoire la plus ferme & la plus imperturbable.

Cela soit dit en finissant un Mémoire dans lequel j'ai donné des noms à quelques pierres seulement, pour faire sentir combien il seroit aisé d'en imposer à toutes celles qui presenteroient quelques accidens singuliers, & combien il seroit facile à toute personne qui ne connoitroit que les productions d'un très-petit espace de terrain de paroître Savant, pourvu qu'il fût hérissé de mots grecs, barbares & inconnus à la plupart de ceux avec qui il parleroit du peu qu'il sauroit en Histoire naturelle.

NOMS des pays D'OU LES COS ont été tirés.	COULEUR DES COS.	EFFET de L'EAU-FORTE SUR LES COS.	FORME & COULEUR des dentelles DONT LES COS sont parsemés.
ALLEMAGNE, congne & précieusement Pendant.	Jaune rembruni.	Se dissout entière- ment, promptement, avec bruit & écume, & colore l'eau - forte en jaune clair.	En forme de très- grandes mouffes d'un jaune foncé, très- brave us & comme feuilletées.
ARSIPENSAR.	Cris-terreux, dur.	Se dissout entière- ment, promptement, avec bruit & écume, & colore l'eau - forte en jaunâtre.	En très - petites mouffes horizontales noires, eu en petit <i>lichen</i> .
ARSIPENSAR.	Gris-terreux, qui ressemble à la pierre à fusil.	Ne se dissout pas.	En petites, valables seulement à la loupe, en mouffe noires, il y en a dont l'extrémité des branch. est jaunâtre.
BESANÇON.	Jaunâtre sale.	Se dissout entière- ment, promptement, avec bruit.	En mouffes de moyenne grandeur, branchues, noires et rouissées, en forme de bruyère.
BEAUCENCY.	Gris & qui ressemble à de la pierre à fusil.	Jetée quelques petites bulles qui cessent dans l'instant.	En très - petites mouffes noires, peu branchues, ou en extrêmement petits <i>lichen</i> horizontaux, qui ne sont presque que des points noirs.
Le CAVERNIAU, de la paroisse de Nouan.	Blanc, en gros mamelons.	Il ne se dissout pas.	Voy. le Mémoire de M. Salerne, inséré dans le Volume II des Savans étrangers.
CHÂTEAUBOUX.	Jaune clair.	Se dissout entière- ment, promptement, avec bruit & écume, & colore l'eau - forte en jaune.	En forme de genièvre, grandes & noires.
CHÂTEAU THIERRY en Champagne.	Beau blanc.	Ne jette que quelques petites bulles, qui restent attachées à la pierre qui ne se dis- sout pas.	Plaque noire grisâtre en forme d'agaric.

NOMS des pays d'où les <i>Cos</i> ont été tirés.	COULEUR des <i>Cos</i> .	EFFET de l'Eau-Forte sur les <i>Cos</i> .	FORME & COULEUR des débris dont les <i>Cos</i> sont parvenus.
COUSON près de Lyon.	Très - Légèrement rougeâtre.	Jette quelques bulles qui cessent promptement.	En lame de petites mousses noires , ou de <i>lichen</i> horizontaux ; ces <i>Franchises</i> fort cor- rent ont l'ens d'un cen- tre commun.
DRANCY. (du puits du château de)	Grisâtre , lève le très- ment de gris-de-lin ; les Carriers l'appel- lent <i>banc de cuivre</i> .	Se dissout entiè- rement , promptement avec un usage de très- petites bulles.	En forme de petits luisants tout noirs , par exemple tir de petites terrasses noires.
ÉTAMPES près de la Porte d'Orléans.	Blanchâtre , il res- semble à de la pierre à fusil.	Jette quelques bulles très-rare & petites , & qui cessent dans l'instant.	En petites mousses , blanches , bleuâtres ou indigo ; il y en a qui ne se perdent point au poli de la pierre.
ÉTAMPES , au même endroit.	Blanchâtre , & qui ressemble à de la pierre à fusil.	Jette quelques petites bulles qui cessent dans l'instant.	En mousses bien branchues ou en petit. mousses noires , ou <i>lichen</i> horizontaux.
ÉTAMPES , au même endroit.	Blanchâtre , & beaucoup moins dur.	Se dissout entière- ment , promptement , avec bruit , & ne co- lore pas l'eau forte.	En mousses bien branchues ou en petit. mousses noires , ou <i>lichen</i> horizontaux.
ESTRECHY , à deux lieues d'Étampes.	Blanc , très-tendre encore marneux.	Se dissout entière- ment , promptement , & avec écume.	Très-petites , en mousses noires , ou <i>lichen</i> horizontaux.
GENTILLI près Paris.	Gris-blanc.	Se dissout entière- ment , promptement , avec écume , & colore l'eau-forte en blanc.	En plaque en forme d'agaric rouillâtre , bor- dée de petites dentelures noires en mousses , & parsemée de den- drites horizontal. plus noires.
GENTILLI près Paris.	Gris-blanc.	Se dissout entière- ment , lentement sans écume , & blanchit l'eau-forte.	<i>Idem.</i>

NOMS des pays D'OÙ LES COS ont été tirés.	COULEUR DES COS.	EFFET de L'EAU - FORTI. SUR LES COS.	L'ORME & COULEUR des dendrites DONT LES COS sont parsemés.
LA FERTÉ-SOUS- JOUARRE.	Gris-blanc.	Ne se dissout pas.	En plaque noire en to me d'agate, par- tenance de petites den- drites horizontal, plus noires, & bordée par d'autres en petites mouffes noires.
LUZARCHES.	Gris clair, avec une couche blanche & une veine brune.	Se dissout d'abord fortement, ensuite peu à peu, & reste sans se déformer.	Le morceau examine n'a pas de dendrites.
ŒNINGEN en Suisse.	Cendré.	Se dissout entière- ment, promptement, avec petites bulles.	Il a des empreintes de porçons, & point de dendrites.
ŒNINGEN en Suisse; je ne fai pas cependant au juste s'il est de cet endroit.	Cendré.	<i>Idem.</i>	Il a des dendrites noires, de moyenne grandeur, en forme de bruyères sèches.
SOISSONS.	Blanchâtre.	Se dissout entière- ment, promptement, avec écume, & colore l'eau en blanc.	Noires, en forme de petites mouffes et fil- les rampantes.
SAINT-CLOUD près Paris, montagne du Mail dans le parc.	Gris clair, dur.	Jetée d'abord très- peu de bulles, peu à peu se dissout entière- ment, sans presque changer la couleur de l'eau - forte.	En forme de petites mouffes horizontales, ou en plaque de forme d'agate, dont les bords portent des petites mouffes branchues.
SAINT LÉGER près Autun.	Beau jaune clair.	Se dissout entière- ment, promptement, avec bruit, & colore l'eau en un beau jaune orange.	Très petites, noires, horizontales. lorsqu'elles bordent des petites tentes de la pierre, elles représentent de petites mouffes rampantes.
ST. GENEVIEVE du puits de (en M. le Duc d'Orléans).	Blanchâtre, appelée par les Carriés <i>laine de coire.</i>	Se dissout entière- ment, promptement, avec grosses bulles, & colore l'eau - outre en jaunâtre très-clair.	Il est riche de grandes plaques noires, qui ont quelque fois l'or- des de fils, qui tiennent des dendr.

NOMS des pays d'où ils <i>COS</i> ont été tirés.	COULEUR DES <i>COS</i> .	EFFET de L'EAU-FORTE SUR LES <i>COS</i> .	FORME & COULEUR des dendrites DONT LES <i>COS</i> sont parfumes.
TOURS.	Brun, ressemblant à de la pierre à fusil.	Jetée beaucoup de petites bulles pendant plusieurs minutes, & reste sans se déformer.	
VAUJOUR, à quelques lieues de Paris.	Blanchâtre, & ressemble à de la pierre à fusil.	Il ne se dissout pas.	En moules à branches éparées noires, portées sur une terrasse noire.
VER-EST près Tours.	Une partie dure blanchâtre, une partie tendre blanche.	La 1 ^{re} jette quelques bulles rares, & qui cessent promptement, la 2 ^{de} donne plus de bulles, mais le tout ne se déforme pas.	En arbrisseaux, feuillages larges & touffus, noirâtres, & dont le bout des branches est junâtre, ils sont portés sur une terr. noirâtre.

EXPLICATION DES FIGURES.

PLANCHE I.

FIGURE 1. Caillou en plaque qui est bombée d'un côté, ce côté est comme bordé d'une frange découpée, & chargé de quelques mamelons coniques.

Fig. 2. Caillou en plaque, d'un des côtés duquel il pend plusieurs mamelons irréguliers, dont plusieurs s'anastomosent de façon à former comme un réseau à jour.

Fig. 3. Caillou en plaque bombée d'un côté, qui porte des espèces de figures sculptées en relief. Une de ces figures pourroit être comparée à celle qu'on appelle communément *le torse*, c'est une figure humaine, à laquelle la tête & les extrémités manquent, & qui n'est par conséquent qu'un tronc; la seconde a du rapport à un quadrupède couché, & dont les jambes sont retirées & couchées sous le ventre; la troisième pourroit être comparée à quelqu'animal vu de face, dont le corps est renflé & la tête retirée; peut-être aimeroit-on mieux la comparer à quelque vase à col & qui est couché.

Nota. Ces cailloux, ceux sur-tout qui sont représentés par les figures 1 & 3, pourroient peut-être être comparés par les Amateurs d'Histoire

naturelle, qui aiment à trouver des ressemblances avec quelque chose de connu, à tout ce qui a quelque figure, à des morceaux de ces cailloux dans lesquels on place des bâtons et des joncans, & ils pourroient peut-être donner à ces cailloux le nom de *trabites* ou de petite piece de bois sculptée & pétrifiée.

P L A N C H E II.

Caillou en plaque bombée d'un côté ; on peut diviser ce caillou en deux parties ; la première est celle qui forme un corps continu & plat ; la seconde est un composé de mamelons de différentes figures irrégulières ; la plaque est légèrement recouverte d'une couche légère qui est découpée en tranges ; les mamelons jettent des ramifications qui s'anastomosent & forment un réseau à jour ; cependant quelques uns de ces cailloux sont simples & isolés ; ils sont différemment figures ; un Amateur des ressemblances pourroit les comparer à des amandes, à de petites filiques ou autres fruits semblables ; tous ces mamelons , excepté un qu'il est aisé de reconnaître , sont également recouverts par toutes les couches dont ils sont composés ; celui qu'on doit en excepter, ne l'est pas tout-à-fait par la couche extérieure ; ce qui pourroit le faire comparer à un petit bulle, dont la tête seroit couverte d'un capuce ; au reste toute la pierre pourroit être nommée *reticulés* ou pierre en réseau.

P L A N C H E III.

Fig. 1. Caillou en plaque aplatie des deux côtés , parsemée de trous de différentes figures, la quantité de ces trous fait ressembler ce caillou à ces pièces de fer percées à jour qu'on place au-dessus des vantaux de portes ou en devant des serrures ; ce qui pourroit lui faire donner le nom de *ferramentites* ou ornement de fer pétrifié.

Fig. 2. Pierre en plaque aplatie des deux côtés , dont la surface est parsemée de fleurons découpés ou de feuillages , dont le nom de *foliatis* ou pierre à feuillages pourroit lui être donné ; ce feuillage au reste n'est dû qu'à ce que la pierre qui est chargée de cailloux , a été coupée tortueusement en deux portions , ainsi que les cailloux , qui étant irréguliers , ont formé par leurs ramifications cette espèce de découpeure.

P L A N C H E IV.

Fig. 1. Caillou arrondi ; cette figure pourroit lui faire aussi bien donner le nom de *pyriformes* ou caillou en forme de pois , qu'à ces petites pierres qui ont cette figure , & qui le portent depuis très long-temps ; cependant si les Amateurs de rons n'y consentoient pas , il n'y auroit qu'à l'appeler *nuculites* ou petit noyau pétrifié.

Fig. 2.

Fig. 2. Caillou arrondi & qui a deux petits tubercules, ce qui le fait ressembler au pois chiche, & pourroit le faire nommer *cicerités* ou pois chiche pétrifié.

Figs. 3 & 4. Cailloux arrondis & un peu allongés, qui ressemblent à une noix muscade, ce qui pourroit leur faire imposer le nom de *mescatités* ou muscade pétrifiée.

Fig. 5. Caillou arrondi & recouvert en partie d'une couche; ce qui lui donne l'air d'une noix muscade dépouillée en partie de son enveloppe appelée *macis*; ce qui pourroit la faire caractériser par le nom de *macités* ou muscade pétrifiée avec son *macis*.

Figs. 6 & 7. Cailloux oblongs, le septième n'est pas entièrement recouvert par sa couche extérieure; ces cailloux ont la figure d'amande, ils pourroient par conséquent être aussi justement nommés *amygdalités*, que ceux qui sont déjà ainsi désignés.

Fig. 8. Caillou globulaire recouvert en grande partie par sa couche extérieure; il ressemble assez à cette espèce de champignon que les Botanistes ont appelé *phallus*; mais ce n'est que dans le temps où ce champignon commence à pousser sa tige & à percer l'enveloppe où ce champignon est renfermé lorsqu'il sort de terre; cette ressemblance pourroit faire nommer le caillou *phallités* ou *phallus* pétrifié.

Fig. 9. Caillou formé de deux boules réunies en grande partie, & qui ne sont distinguées que par une légère sinuosité, ce qui les approche de ces noisettes ou avelines qu'on appelle besônes, ressemblance qui pourroit faire nommer cette pierre *avellanités* ou aveline pétrifiée.

Fig. 10. Caillou composé de trois boules distinguées par des sinuosités peu profondes; ce qui lui donne l'air du fruit du tufain, en latin *cyonimus*, d'où l'on pourroit faire pour ce caillou le nom d'*cyonimités* ou fruit du tufain pétrifié.

Fig. 11. Caillou composé aussi de trois boules, mais de grosseur très-inégale, & qu'on pourroit regarder comme un *cyonimités* monstrueux.

Fig. 12. Caillou de figure triangulaire, qui pourroit être comparé au fruit de la *tabernamontana*, en regardant celle de ces pointes qui est la plus longue, comme le pédicule du fruit, & l'appeler conséquemment *tabernamontanités* ou fruit de la *tabernamontana* pétrifié.

Fig. 13. Caillou oblong, plus grêle par un bout que par l'autre, & qui a vers le haut du premier une petite sinuosité; ce qui pourroit le faire comparer à la silique du *raphanus* ou raifort, qui ne seroit pas encore en maturité, & l'appeler *raphanités*.

Fig. 14. Caillou oblong, beaucoup plus gros par un bout que par l'autre, & qui a un étranglement où il commence à diminuer de grosseur; ce qui pourroit le rapprocher de quelque silique ou silicule, & le faire nommer *siliculités*.

Fig. 15. Caillou oblong & recourbé par un bout ; ce qui lui donne assez l'air d'un petit cornichon , d'où l'on pourroit le spécifier par le nom de *cucumerités* ou petit cornichon pétrifié.

Fig. 16. Caillou recourbé & qui a comme un pédicule ; la couche extérieure ne le recouvrant pas entièrement , & laissant sortir par le gros bout une espèce de tete , cela lui donne du rapport avec les clous de gerofle , ce qui pourroit le faire nommer *caryophyllités* ou clou de gerofle pétrifié.

Fig. 17. Caillou oblong qui a un étranglement vers les deux tiers de sa longueur , & qui est recouvert en partie par la couche extérieure ; ce qui semble lui donner un faux air du fruit de la *berbernia* & pouvoir le faire nommer *berbernités* ou fruit de la *berbernia* pétrifié.

Fig. 18. Caillou formé de deux boules inégales , qui à leur jonction souffrent un étranglement , ce qui le fait ressembler à une petite gourde ; par conséquent il pourroit aussi-bien porter le nom de *cucurbités* que les autres pierres auxquelles on l'a donné.

P L A N C H E V.

Fig. 1. Caillou divisé en deux parties globulaires par un étranglement ; ce qui le rapproche de certaines siliques avortées , d'où on pourroit lui imposer le nom de *siliquités*.

Fig. 2. Caillou oblong & sinereux comme les siliques de certain *acacia* ; ce qui pourroit lui faire donner le nom d'*acacités* ou silique d'*acacia* pétrifiée.

Fig. 3. Caillou composé de trois parties globulaires , distinguées par de forts étranglemens ; ce qui lui donne l'air de certaines casses , & qui pourroit le faire nommer *cassités* ou silique de casse pétrifiée.

Fig. 4. Caillou arrondi , hérissé de pointes arrondies & mousses ; ce qui lui donne en quelque sorte une ressemblance avec une tête de ce chardon appelé *calcitrapa* ou chausse-trape , par conséquent on pourroit l'appeler *calcitrapités* ou chausse-trape pétrifiée.

Fig. 5 & 6. Cailloux qui ont plusieurs étranglemens , & qui approchent , par la figure , de quelques siliques de plantes papilionacées , comme pourroient être celles de quelques espèces de *tamarins* ; ce qui pourroit leur faire donner le nom de *tamarindités* ou siliques de *tamarins* pétrifiées.

Fig. 7. Caillou qui a la figure d'une jambe ou d'une bottine , d'où le nom d'*ceratités* pourroit lui être imposé.

Fig. 8. Caillou qui a un faux air d'un quadrupède , comme pourroit être un petit chien ; d'où on pourroit lui donner le nom de *canités*.

P L A N C H E V I.

Fig. 1. Caillou antropomorphite, à tête nue, très - ressemblant à un buste humain ; la couche extérieure qui n'a pas recouvert tout-à-fait le buste, laisse entrevoir la masse intérieure dans un endroit qu'on pourroit regarder comme le haut du bras ; on pourroit aussi appeler ce caillou simplement du nom d'*antropomorphités*.

Fig. 2. Caillou antropomorphite, à tête nue, dont le corps est recouvert d'une couche qui laisse passer des moignons de bras ; ce qui le fait ressembler à un buste de Sauvage ou de ces peuples qui se couvrent peu, d'où on pourroit le nommer *antropomorphindicités*.

Fig. 3. Caillou antropomorphite, à tête nue, recouvert d'une couche en forme de scapulaire, & qui a un toupet sur le derrière de la tête ; il ressemble par-là à un buste chinois, d'où il pourroit être nommé *antropomorphesinités*.

Fig. 4. Caillou irrégulier, recouvert en grande partie d'une couche qui, par ses interruptions, laisse passer des mamelons plus ou moins allongés ; ce qui pourroit le faire regarder comme un buste humain couvert d'une casaque, & le faire nommer *antropomorpholericités*.

Fig. 5. Caillou oblong, comprimé par les côtés, quoique bombé, qui a une espèce de pompe à une extrémité, & qui est recouvert d'une couche qui laisse à nu des endroits du corps du caillou, & forme des espèces d'ornemens en relief : ce caillou approche par la figure, de ces espèces de tabatières à pompe, faites avec le fruit du grand acacia d'Amérique ; cette figure pourroit le faire nommer *tabacothécités*.

Fig. 6. Caillou aplati par les côtés, quoique bombé, qui a une tête qui porte une espèce de barrette ou de couronne, qui a le cou entouré d'une bande qui descend sur la poitrine, & dont le corps est recouvert en partie d'une couche qui laisse sortir des mamelons par ses interruptions, ce qui ressemble à des ornemens sculptés en relief : tous les attributs de ce caillou le font ressembler à un buste couronné & habillé ; d'où on pourroit le nommer *antropomorpho-regalités*.

P L A N C H E V I I.

Fig. 1. Caillou qui, par sa figure & son habillement, ressemble à ces figures antiques dont on faisoit des lampes, & qu'on pourroit par conséquent appeler *lampadités*.

Fig. 2. Caillou qui, par son habillement & sa figure, ressemble à ces singes à tête de chien, habillés grossièrement, & à peu près comme les habillent ceux qui leur font faire des tours ; ce qui pourroit faire nommer ce caillou *simio-cyncephalités*.

Fig. 3. Caillou antropomorphite , qui a le cou & la tête recouverts dans le gout des anciens Guerriers ; ce qui pourroit le faire nommer *antropomorpha - cassidatus*.

Fig. 4 & 5. Caillou antropomorphite , qui a le corps & la tête recouverts dans le gout de certaines femmes de la campagne ; d'où on pourroit lui imposer le nom d'*uxerite - rusticatus*.

Fig. 6. Antropomorphite couvert d'une espèce de capuce ou cocluchon alongé ; ce qui pourroit le faire comparer à un bulle de quelque Religieux , & le faire nommer *antropomorpha - monachus*.

Fig. 7. Caillou en forme de singe habillé , dont la face est très-alongée , d'où on pourroit encore mieux le nommer *simio - cynocephalus*.

P L A N C H E V I I I.

Fig. 1. Caillou antropomorphite , qui porte sur le haut du derrière de la tête une espèce de toquet comme certaines paysannes.

Fig. 2. Le même caillou vu par le dos pour en faire distinguer le toquet, qui est demi-circulaire , & une espèce de bout de draperie qui passe sur l'épaule & descend sur le dos , ce qui pourroit le faire nommer *uxerite - capitiatus*.

Nota. Toutes les figures qui ne sont pas marquées d'une étoile , sont de grandeur naturelle ; celles qui ont cette étoile , sont de demi-nature.



Pla I.

Fig 1

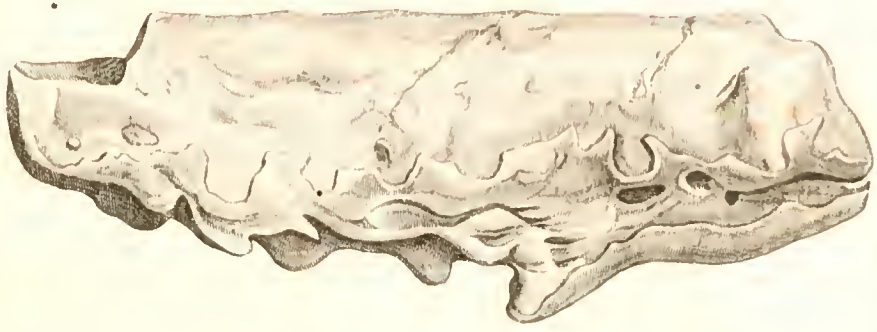
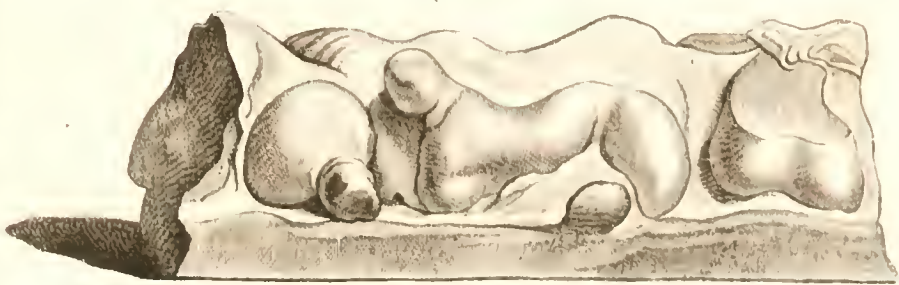


Fig 2



Fig 3.





Pla II.





Pla. III.

Fig. 1



Fig. 2





Pla IV

Fig 1

2

3

4

5

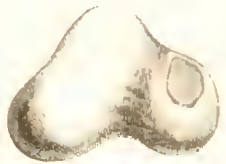


6

7

8

9

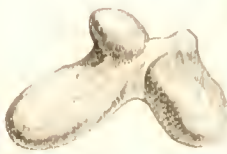


10

11

12

13



14

15

16

17

18





Plat V

Fig 1



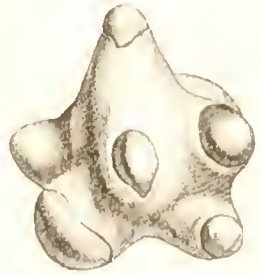
2



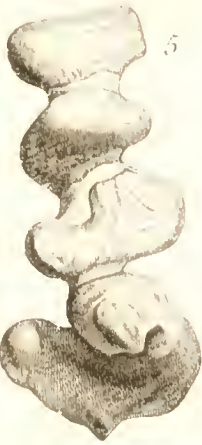
3



4



5



6



7



8



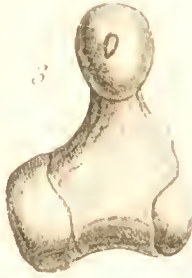


Pla. VI

Fig. 1



3



2



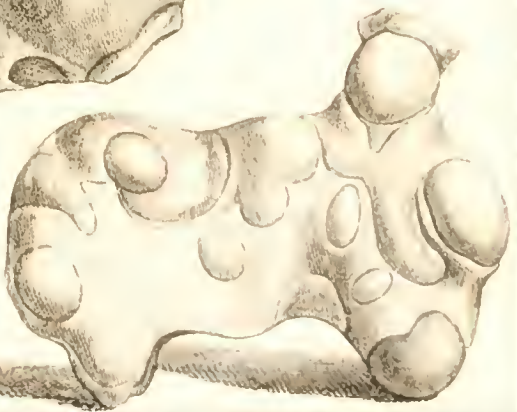
5



7



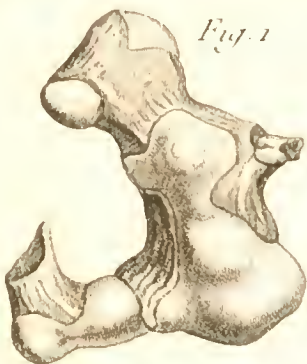
6





Pla VII.

Fig. 1



2



3.



5.



4



6.



7





Pla VIII.

Fig. 1.



Fig. 2.



